

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(СПбГУ)

Институт Наук о Земле

Симонова Юлия Владимировна

Влияние органического вещества на сорбционную функцию почв

Магистерская диссертация
по направлению 060402 «Почвоведение»

«К ЗАЩИТЕ»

Научный руководитель:
к.б.н., доц. Н.Н.Федорова

«__»_____2016

Заведующий кафедрой
д.с.-х.н., проф. Б. Ф. Апарин

«__»_____2016

Санкт-Петербург

2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ	2
ВВЕДЕНИЕ	4
2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	9
2.1 Объекты исследований	9
2.1.1 Почвы Санкт-Петербурга	9
2.1.2 Почвы Тосненского района Ленинградской области	12
2.1.3 Почвы заповедника «Белогорье»	15
2.2 Методы исследований	19
2.3 Профильная характеристика объектов исследования	24
3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ	49
3.1 Оценка влияния органического вещества на сорбционную функцию по катионообменной способности	49
3.2 Значение органического вещества для сорбционной функции по отношению к воде	61
3.3 Удельная поверхность как суммарный показатель проявления сорбционной функции	67
3.4. Оценка вклада ОВ в сорбционную функцию в аспекте иммобилизации тяжелых металлов	76
ВЫВОДЫ	90
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	91
ПРИЛОЖЕНИЯ	98
Приложение 1. Карта расположения разрезов городских почв	99
Приложение 2. Фотографии и морфологическое описание разрезов городских почв ..	100
Приложение 3. Карта местоположения разрезов в Тосненском районе Ленинградской области	103
Приложение 4. Фотографии и морфологическое описание разрезов в Тосненском районе Ленинградской области	104
Приложение 5. Карта местоположения разрезов и мониторинговой площадки «Водяное» в Ямской степи зап. «Белогорье»	107
Приложение 6. Морфологическое описание и фотографии почвенных разрезов в заповеднике «Белогорье»	108
Приложение 7. Результаты определения гранулометрического состава	112
Приложение 8. Интегральные кривые гранулометрического состава	114
Приложение 9. Дифференциальные кривые гранулометрического состава	115
Приложение 10. Результаты определения удельной поверхности по методу БЭТ в образцах до и после удаления органического вещества	116
Приложение 11. Результаты статистической обработки данных определения равновесных влажностей с помощью программы Excel	120

Приложение 12. Результаты статистической обработки данных определения тяжелых металлов в вытяжках с помощью программы Excel	127
Приложение 13. Результаты фракционного определения содержания кадмия	138
Приложение 14. Результаты статистической обработки (сравнение выборок и частные корреляции) показателей физико-химических свойств исследованных образцов с помощью программы SPSS	140
Приложение 15. Результаты статистической обработки (характеристика выборки) показателей физико-химических свойств исследованных образцов с помощью программы SPSS	149

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследований. Изучение экологических функций почв в условиях нарастающего антропогенного давления, и в частности сорбционной функции, является на сегодняшний день крайне актуальной задачей.

Сорбционная функция почвы проявляется в реализации ее поглотительной способности, а основным механизмом данной функции является адсорбция коллоидами почвы газов, жидкостей, молекул и ионов веществ, поступающих в почву различными путями (Добровольский, Никитин, 2012).

Аккумуляция органического вещества (ОВ) в ходе почвообразовательного процесса направлена на проявление почвой ее сорбционной функции. Значимое влияние органического вещества на сорбционные свойства почвы в отношении макроэлементов, воды, тяжелых металлов подтверждено на большом статистическом материале и отмечено во многих публикациях (Горбунов, 1978; Schnitzer, 1978; Орлов, 1985, 1990; Пинский, 1995; Dixon, Schultze, 2002; Трофимов, 2008; Соколова, Трофимов, 2009; Смагин с соавт., 2004; Водяницкий, 2015; Ладонин, 2016 и многие другие).

Оценка вклада ОВ в сорбционную функцию представляется важной не только при рассмотрении его как одного из главнейших агентов, ответственных за ее реализацию, но и как более рефлекторно реагирующего (по сравнению с минеральной матрицей) на усиление влияния антропогенного воздействия как фактора почвообразования.

Несмотря на всеобщее внимание к сорбционной функции почвы, необходимо признать, что проблема наличия адекватных критериев для ее количественной оценки до сих пор остается актуальной. Количественная оценка сорбционной функции открывает возможности для ранжирования почв по степени проявления этой функции в зависимости от их физико-химических свойств, для математического моделирования прогнозов ее изменения в зависимости от меняющихся условий, для разработки своевременных мер по ее регулированию.

Не освещенной и важной остается также проблема деградации сорбционной функции в условиях развития мегаполисов.

Исходя из описанной проблематики, была определена цель и поставлены задачи настоящей работы.

Цель исследования: определение роли органического вещества в проявлении сорбционной функции почв в сравнении естественных почв и почв, испытывающих антропогенную нагрузку.

Задачи исследования:

1. Изучить сорбционную способность почвы по показателям, характеризующим физико-химическую поглотительную способность естественных и антропогенно-измененных почв.
2. Изучить влияние содержания и состава органического вещества на сорбционную способность почвы в отношении воды, катионов макроэлементов, тяжелых металлов.
3. Провести сравнительный анализ проявления сорбционной функции почвы для естественных почв и почв, подвергающихся антропогенному влиянию.
4. Оценить изменение сорбционной функции в связи с антропогенной нагрузкой. Выявить причины, приводящие к деградации сорбционной функции почвы.
5. Предложить критерии для количественной оценки и сравнительной характеристики сорбционной функции почв.

Личный вклад автора. Тема, цель, задачи, объекты, методы исследования определены автором совместно с научным руководителем.

Все лабораторные исследования почвенных образцов выполнены лично автором при корректирующем участии научного руководителя, за исключением исследований гранулометрического состава почв разрезов, заложенных в заповеднике «Белогорье» (данные предоставлены руководством заповедника), и разреза в Лисинском лесхозе Тосненского района Ленинградской области (данные определения гранулометрического состава вместе с образцами предоставлены Центральным музеем почвоведения им. В.В.Докучаева).

Полевые исследования, отбор образцов, кроме образцов из Тосненского района Ленинградской области, были произведены при непосредственном участии автора.

Апробация работы. Тезисы работы были доложены на Всероссийской научной конференции XIX Докучаевские молодежные чтения «Почва – зеркало ландшафта», Санкт-Петербург, 2016.

1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Среди группы экологических функций почв сорбционной функции отводится одна из наиболее значимых ролей (Добровольский, Никитин, 1990).

Понятие «функция» в общем виде определяется в вышеупомянутой монографии как:

- 1) Явление, зависящее от другого и изменяющееся по мере изменения этого другого явления;
- 2) Работа, производимая органом, организмом;
- 3) Роль, значение чего-нибудь.

И если в применении к экологическим функциям авторы имеют в виду этот термин во втором и третьем значении, то с практической точки зрения всегда интересна реализация этого понятия в первом смысле и в виде математической функции. Тем более, что практическое применение этой функции весьма широко.

Получение как можно большей информации о сорбционной функции и установление количественных зависимостей от неких параметров, выраженных через почвенные свойства, дало бы возможность прогноза многих процессов связанных с миграцией, накоплением и трансформацией поступающих в почву веществ.

Чтобы подобраться к количественной оценке функции необходимо понять механизм, через который происходит реализация этой функции. Как отмечают авторы этого понятия Г.В.Добровольский и Е.Д.Никитин, проявление сорбционной функции основано на ее поглотительной способности, а главный механизм, через который может реализовываться функция – механизм адсорбции. В почве это адсорбция коллоидами газов, жидкостей, молекул и ионов веществ, поступающих сюда различными путями (Добровольский Никитин, 2012).

Обладая большой удельной поверхностью, почва способна задерживать как твердые частицы, так и коллоидные, и истинно растворенные соединения. Поведение в почвах элементов питания, влаги и их доступность для растений в очень большой степени зависят от сорбционных свойств почвы (Соколова, Трофимов, 2009).

Одно из важнейших экологических значений сорбционной функции почвы заключается в регулировании потоков большого количества загрязняющих веществ (Пинский, 1997). От того, как проявляет себя эта функция, будет зависеть потенциальная опасность их попадания в гидрографическую сеть и передача по трофической цепи.

Исходя из обстоятельств проявления сорбционной функции в том или ином значении и должны быть намечены направления ее изучения и в этих же направлениях должен осуществляться поиск параметров для описания и оценки функции.

Далее необходимо остановиться на основных материальных носителях этой функции.

Материальными носителями этой функции являются компоненты почвенного поглощающего комплекса (ППК) - органическое вещество, глинистые минералы и органо-минеральные соединения, представленные илистой фракцией (Трофимов с соавт., 2008).

В первую очередь, глубина протекания адсорбции будет зависеть от тонкодисперсной минеральной части вследствие ее высокоразвитой поверхности.

Действительно, в минеральных горизонтах доминирующим агентом, реализующим поглотительную способность, являются тонкодисперсные фракции глинистых минералов. При этом такие важные стороны сорбционной функции, как закрепление элементов питания растений и предотвращение их от вымывания, задержка влаги, иммобилизация загрязняющих веществ поступающих с аэральными потоками или непосредственно на поверхность почвы, происходят в верхних гумусовых горизонтах почвы. Очевидно, что здесь становится более актуальным вклад в сорбционную функцию органического вещества.

Необходимо отметить, что при рассмотрении сорбционной функции задача работы не стоит в выявлении механизма, за счет которого происходят сорбционные явления, так например, здесь не важно, к примеру, за счет образования каких комплексов (внутрисферных или внешнесферных – соответствующих процессам специфической и неспецифической адсорбции) происходят процессы поглощения.

Важнейшей характеристикой ППК является емкость катионного обмена (ЕКО). Рядом исследований был показан вклад органического вещества в эту величину (Орлов, 1974, 1985; Горбунов, 1978).

В целом ЕКО органических веществ в несколько раз выше, чем минеральных компонентов, поэтому в почвах, богатых гумусом, именно органическое вещество определяет эту величину.

Проблема влияния органического вещества на водоудерживающую способность и физическое состояние почв на количественном уровне исследована в меньшей степени. Хотя и здесь литературный обзор позволил выявить ряд работ, в которых производилась оценка влияния органического вещества на основную гидрофизическую характеристику, в том числе в эксперименте с удалением органического вещества

(Мироненко с соавт., 2000; Смагин, 1993; Смагин с соавт. 2004; Gupta, Larson, 1979; Saxton, Rawls, 2006).

В работах был показан высокий вклад органического вещества в водоудерживающую способность почв на уровне тесных корреляционных зависимостей.

Уменьшение энергии водоудерживания было получено во всем диапазоне исследуемых величин матричного потенциала и равновесной влажности.

Вопросам сорбции ТМ и роли в ней ОВ посвящено огромное количество публикаций. Для оценки вклада органического вещества в способность почвы депонировать тяжелые металлы используются методы последовательного или параллельного фракционирования (Зырин, Соколова, 1986; Плеханова, 2001; Плеханова, Бамбушева, 2010; Понизовский, Мироненко, 2001; Минкина Т.М. с соавт. 2008; Манджиева с соавт., 2014; Ладонин, 1995, 2016).

Органическое вещество признается большинством исследователей одним из главных компонентов, участвующих в иммобилизации тяжелых металлов, а часто оно занимает первое место среди остальных компонентов почвы (Бурачевская, 2014).

Выявлен ряд металлов, которые из всех почвенных компонентов наибольшее сродство имеют к органическому веществу, – это Cu, Cd, Pb.

Таким образом, проведенный литературный обзор выявил достаточно много опубликованных данных по каждому из рассматриваемых аспектов сорбционной функции. При этом в подавляющем большинстве работ эти вопросы рассматриваются изолированно друг от друга и безотносительно их с сорбционной функцией. Вероятно, по этой причине критерии оценки сорбционной функции почвы до сих пор не предложены.

Литературный обзор не выявил также исследований, касающихся сорбционной функции для антропогенно-нарушенных почв, таких как городские почвы.

Поэтому в задачи данного исследования входит всестороннее изучение проблемы сорбционной функции, оценка роли органического вещества одновременно во всех аспектах ее проявления и сравнение этой функции в естественных и в деградированных почвах.

2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Объекты исследований

Сорбционная функция изучалась на 6 объектах, представленных почвами тяжелого гранулометрического состава различных типов, отличающихся по уровню антропогенной нагрузки, в том числе:

- почвы из двух функциональных зон Санкт-Петербурга;
- почвы из Тосненского района Ленинградской области (Лисинский лесхоз);
- почвы из Белгородской области (участок «Ямская степь» заповедника «Белогорье»).

По уровню антропогенной нагрузки объекты исследования образуют следующий ряд в порядке снижения антропогенной нагрузки (рис. 1).

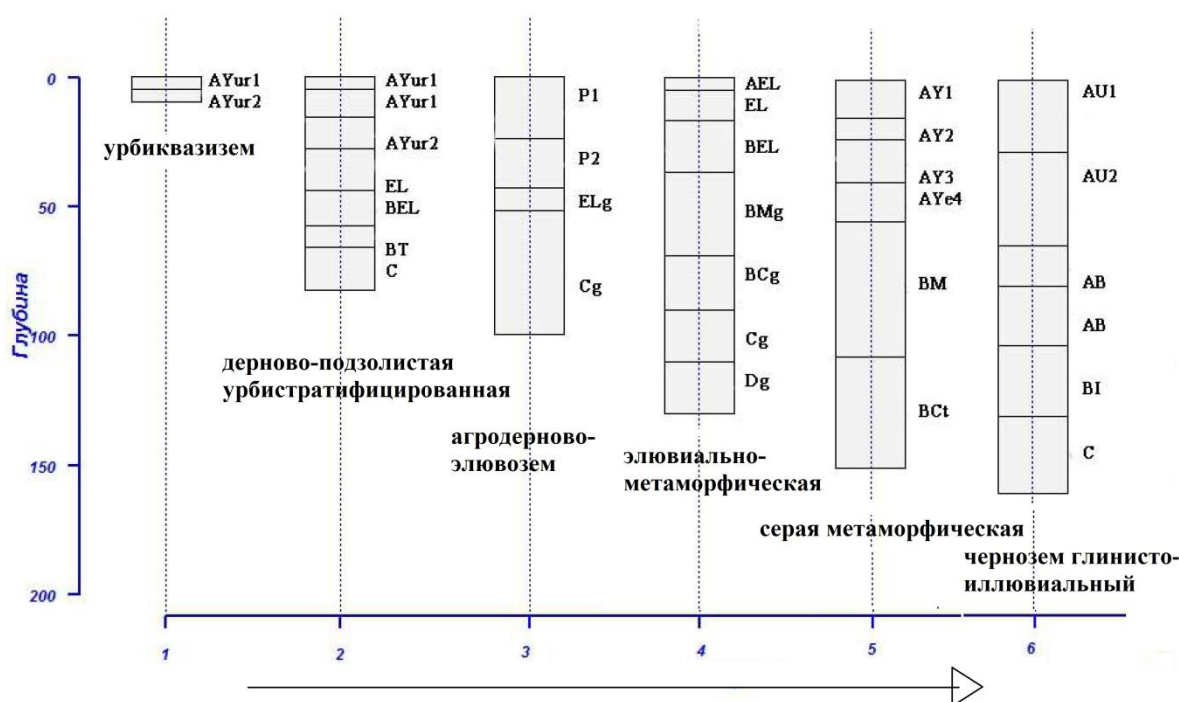


Рис.1. Объекты исследования в порядке снижения степени антропогенной нагрузки

2.1.1 Почвы Санкт-Петербурга

Наиболее интенсивную степень антропогенной нагрузки из выбранных объектов испытывают городские почвы.

Данная группа почв представлена двумя разрезами, один из которых был заложен в Невском районе Санкт-Петербурга под газоном вблизи остановки общественного транспорта (разрез № 4, ул. Бабушкина, д. 49). В соответствии с функциональным зонированием Санкт-Петербурга место заложения разреза относится к зоне инженерно-транспортной инфраструктуры. По классификации и диагностике почв России (Классификация, 2004) почва относится к типу урбиквазиземов.

Второй разрез заложен в парке культуры и отдыха им. И.В.Бабушкина (Невский район Санкт-Петербурга). В соответствии с функциональным зонированием города место заложения разреза относится к рекреационной функциональной зоне.

В соответствии с современной классификацией (далее КиДПР (2004)) почва имеет название дерново-подзолистая урбистратифицированная.

Карта с указанием местоположения разрезов приводится в Приложении 1.

Фотографии почвенного профиля и морфологическое описание разрезов представлено в Приложении 2.

Условия почвообразования

Климат.

Климат Санкт-Петербурга относится к умеренному – переходный от умеренно-континентального к умеренно-морскому. Активная деятельность циклонов, частая смена воздушных масс обеспечивают неустойчивость погодных условий. Более мягкие климатические условия района обусловлены влиянием Финского залива.

Средняя температура воздуха в Санкт-Петербурге составляет +5,8°С.

Средняя температура самых холодных месяцев (январь—февраль) составляет от —5,5° С до —5,8° С, а самого теплого (июль) —+ 18,8°С.

Средняя продолжительность всего периода с положительной среднесуточной температурой составляет 230 дней, а с температурой выше +5 С— 165 дней.

За год в городе выпадает около 673 мм осадков, что приблизительно на 200—250 мм превышает испаряемость. Влажность воздуха в Санкт-Петербурге всегда остается высокой и составляет около 75 % (https://ru.wikipedia.org/wiki/Климат_Санкт-Петербурга дата обращения: 06.05.16).

Локальное влияние инфраструктуры (дополнительные источники тепла в виде выбросов предприятий топливно-энергетического комплекса, автотранспорта, большие площади асфальтированных покрытий, запыленность приземного слоя атмосферы и др.) на климат мегаполиса выражается в увеличении среднемесячных и среднегодовой температуры.

Рельеф.

В соответствии с геоморфологическим районированием территория Санкт-Петербурга укладывается в границы Приневской низменности.

Невский район Санкт-Петербурга, располагаясь по обоим берегам Невы, относится к Приневской равнине, выделяющейся как подрайон Приневской низменности.

В строении поверхности Приневской равнины различают две террасы: литориновую (юго-западный угол между Невой и низовьями реки Охты) и образованную деятельностью ледникового озера (Почвы Ленинградской области, 1973).

Положение исторического центра Санкт-Петербурга в дельте Невы и постоянные наводнения вызвали необходимость поднятия поверхности (мощность культурного слоя достигает в некоторых частях города четырех и более метров) (Апарин, Сухачева, 2014). Поэтому особенностями современного рельефа города является искусственное повышение уровня территории за счет наращивания слоев насыпного грунта, в том числе вдоль берегов Невы.

Растительность.

Современная растительность на территории индустриального Санкт-Петербурга представлена искусственными посадками. Площадь территории зеленых насаждений общего пользования в Санкт-Петербурге составляет 5428,5 га, в том числе в Невском районе - 385,4 га (Доклад об экологической ситуации, 2013).

Почвообразующие породы.

В составе почвообразующих пород Приневской равнины на первой террасе преобладают ленточные глины, валунные суглинки, а в юго-восточной части — пески. Вторая терраса окружает массив Приневских высот и сложена слоистыми валунными суглинками и супесями ледникового и водно-ледникового происхождения (Почвы Ленинградской области, 1973).

В современных условиях зачастую в качестве подстилающей, реже почвообразующей породы, выступает образовавшийся вследствие повышения уровня поверхности антропогенный слоистый субстрат (Апарин, Сухачева, 2014).

Урбиквазизем, представленный разрезом № 4 (под газоном рядом с остановкой общественного транспорта по ул. Бабушкина, 49), имеет укороченный профиль, состоит из двух гумусовых горизонтов малой мощности, содержащих до 4-5% антропоморфов; подстилается материалами, обычно используемыми для устройства дорожных оснований, перемешанными с органогенным материалом.

Почвенный профиль дерново-подзолистой урбистратифицированной почвы в парке им. И.В.Бабушкина, сформирован на озерно-ледниковой (ленточной глине), начинающейся уже на глубине 66 см. Почвообразующая порода здесь не обнаруживает признаков антропогенного субстрата.

Антропогенный фактор.

С момента основания города в формировании структуры и компонентного состава почвенного покрова территории ведущую роль начинает играть антропогенный фактор (Апарин, Сухачева, 2013).

По данным Доклада Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности о состоянии окружающей среды в СПб за 2012 год на 01.01.2013 обследовано 80686 га в пределах города на загрязнение тяжелыми металлами, что составляет 53% от всей площади Санкт-Петербурга.

Баланс территории, изученной на загрязнение почв тяжелыми металлами, выглядит следующим образом: относится к допустимой категории загрязнения – 31% обследованного участка, 29% - к умеренно опасной, 36% - к опасной, около 4% - к чрезвычайно опасному уровню загрязнения.

Урбанизированность территории не могла не отразиться и на формировании почв, которые используются в настоящей работе в качестве объектов исследования.

Невский район Санкт-Петербурга является самым крупным промышленным районом Санкт-Петербурга.

Местоположение разрезов находится в радиусе влияния промзоны Октябрьского электровагоноремонтного завода, завода Трубосталь, Пивзавода Вена и непосредственно примыкает к территории промзон Пролетарского завода и Ломоносоского фарфорового завода (см. местоположение разрезов на карте в Приложении 1).

Обе почвы, по всей видимости, должны испытывать повышенный уровень антропогенной нагрузки. Дерново-подзолистая урбистратифицированная почва, развитая в парке И.В.Бабушкина, при этом находится в более выгодном положении и может с некоторой долей условности рассматриваться как фоновая относительно урбиквазизема.

2.1.2 Почвы Тосненского района Ленинградской области

Следующие два объекта исследования находятся в Тосненском районе Ленинградской области.

Разрез МЛ_7 «Лисино-лес» расположен в комплексном заказнике «Лисинский» Лисинского учебно-опытного лесничества Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета. Ареал данной почвы находится в центральной части лесхоза, а местоположение разреза примыкает к южной границе пос. Лисино-Корпус. Разрез представлен элювиально-метаморфической почвой, развитой на озерно-ледниковых (ленточных) глинах с признаками оглеения, подстилаемых на глубине 1,1 м озерными супесями.

Разрез «Лисино-огород» был заложен в пределах индивидуального приусадебного участка в поселке Лисино-Корпус. Участок используется под огород с 1975 года.

По КиДПР (2004) почва классифицирована как агродерново-элювозем глубокопахотный и представляет собой окультуренный аналог предыдущего объекта.

Карта мест заложения разрезов представлена в Приложении 3, морфологическое описание, полное наименование почвы по современной классификации и фотографии разрезов - в Приложении 4.

Условия почвообразования

Климат.

Тосненский почвенно-геоморфологический район лежит в границах Мгинско-Тосненской равнины.

В целом климат Ленинградской области относится к атлантико-континентальному. Циркуляция морских воздушных потоков обеспечивает в области относительно мягкую зиму с частыми оттепелями и умеренно-тёплое, иногда прохладное лето.

Среднегодовая температура по данным метеостанции Любань составляет +3,6°C.

Средняя температура самого холодного месяца - -8,6°C, самого теплого – +17°C.

Продолжительность вегетационного периода для района составляет от 150 до 175 дней.

Количество выпадающих осадков за год составляет 594 мм, что превышает испаряемость 200-250 мм.

Особенности климатических условий Мгинско-Тосненской равнины (преобладание осадков над испаряемостью, высокая влажность воздуха, длительный снежный покров и бурное его таяние) благоприятны для развития заболачивания, и почвообразование протекает в условиях кратковременного и длительного избыточного увлажнения (Матинян, 2003).

Рельеф.

В геоморфологическом отношении район представлен чередующимися абразионно-озерно-ледниковыми и аккумулятивными террасированными озерно-ледниковыми равнинами, по которым разбросаны массивы верховых болот. Восточнее города Тосно находится обширный массив холмисто-котловинного камового рельефа, а юго-западнее его в рельефе выделяются озовые гряды.

Основной закономерностью современного рельефа является наличие на обширных повышенных равнинах элементов, созданных ледником и его текучими

водами (холмисто-моренный рельеф, песчаные равнины— зандры и моренные равнины). В низинах имеют место формирования приледниковых водоемов в виде плоских террасированных озерно-ледниковых равнин, сложенных ленточными суглинками (Почвы Ленинградской области, 1973).

Растительность.

Древесная растительность в месте заложения разреза элювиально-метаморфической почвы, представлена характерным зональным типом - смешанным лесом (ель, осина, береза, подрост ольхи, рябины). В напочвенном покрове произрастает зеленый мох, кислица, злаки, костяника, черника, папоротник-орляк.

Почвообразующие породы.

На территории лесхоза наиболее распространены моренные отложения — валунные суглинки, мощностью 2–3 м и более.

В юго-восточной части лесхоза преобладающими почвообразующими породами являются ленточные глины.

В некоторых местах встречаются валунные пески мощностью 1,0–1,5 м. Вдоль рек и ручьев залегают аллювиальные отложения. Значительную площадь занимают торфяники. В прошлом более 30% площади лесхоза было заболочено. В настоящее время большая часть болот и заболоченных земель осушена (Красная книга почв Ленинградской области, 2007).

Рассматриваемая в работе элювиально-метаморфическая почва развита на озерно-ледниковых (ленточных) глинах с признаками оглеения, подстилаемых на глубине 1,1 м озерными супесями.

Почвообразующей породой для формирования агродерново-элювозема послужили также озерно-ледниковые (ленточные) глины.

Антропогенный фактор.

Экономическое развитие Тосненского района предопределено во многом его близостью к мегаполису. В связи с этим высока степень его сельскохозяйственной освоенности.

На сегодняшний день Тосненский район один из ведущих в Ленинградской области по объемам промышленного производства, урожайности овощей, строительству социальных объектов. Тосненский район – крупнейший сельхозпроизводитель в Ленинградской области. Основные отрасли: овощеводство, молочное животноводство и свиноводство (http://www.zapoved.net/index.php/News/Регионы/Северо-Западный-округ/Ленинградская_область/Тосненский_район дата обращения: 05.05.2016).

По данным доклада Комитета по природным ресурсам Ленинградской области в 2014 году по оценке эколого-геохимического состояния почв территории муниципального образования «Тосненское городское поселение» в 24-х точках наблюдения были выявлены признаки переувлажнения, переуплотнения, а так же каменистости. Наряду с этим отмечены точки наблюдения, не несущие в себе заметных признаков экологического неблагополучия.

Наибольший вклад в суммарное значение деградации почвенного покрова вносят выведение угодий из землепользования и подъём уровня почвенно-грунтовых вод. По степени захламления почвы Тосненского района являются одними из наименее деградированных.

Городские почвы муниципального образования Тосненское городское поселение в наибольшей степени соответствуют требованиям, предъявляемым к городским почвам. Однако большинство участков точек опробования характеризуется повышенными показателями плотности сложения, коэффициента фильтрации и запасов гумуса. В пробах почв, отобранных в городе, отмечены высокие концентрации молибдена (Mo) и сурьмы (Sb), существуют превышения ПДК и по другим ТМ. По суммарному показателю загрязнения (Zc) 4,2% точек относятся к категориям опасных и чрезвычайно опасных.

Более половины точек опробования по содержанию бенз-а-пирена имеют категорию загрязнения — чрезвычайно опасную (Доклад «Об экологической ситуации в Ленинградской области в 2013 году», 2014).

Агродерново-элювозем, исследуемый в настоящей работе, находится в пределах участка индивидуальной жилой застройки, участок используется под огород уже более 40 лет. Почва на участке распахивается. Культура, применяемого здесь земледелия, предусматривает внесение органических и минеральных удобрений.

Для элювиально-метаморфической почвы, расположенной вблизи с границей поселка Лисино-корпус, но уже на территории Лисинского заказника и под естественной растительностью, влияние антропогенного фактора сказывается гораздо в меньшей степени.

2.1.3 Почвы заповедника «Белогорье»

Для сравнительной характеристики сорбционной функции были отобраны пробы из двух разрезов вблизи мониторинговой площадки «Водяное» участка «Ямская степь» государственного природного заповедника «Белогорье» (Белгородская область).

Площадки организованы с целью проведения комплексного наблюдения за состоянием объектов экосистемы участка «Ямская степь», расположенных в импактной зоне Лебединского ГОКа.

Разрезы занимают различное положение в рельефе и приурочены к разным типам растительных сообществ (лес-степь).

Разрез «Водяное-лес-15», заложенный под лесом, представлен типом «серая метаморфическая». Почва под степной растительностью (разрез «Водяное-степь-15») представляет собой чернозём глинисто-иллювиальный.

Карта местоположения разрезов представлена в Приложении 5.

Фотографии почвенного профиля, ландшафта почвенного ареала, морфологическое описание разрезов приведены в Приложении 6.

Условия почвообразования

Климат.

Участок «Ямская степь» заповедника «Белогорье» Белгородской области находится в пределах лесостепной зоны. Климат района характеризуется как умеренно континентальный с жарким летом, относительно холодной зимой и неустойчивым характером увлажнения.

Среднегодовая температура - $+6,4^{\circ}\text{C}$.

Самый холодный месяц – январь (средняя месячная температура января - $8,5^{\circ}\text{C}$). Самые высокие температурные пики регистрируются в июле (средняя месячная температура июля $+19,4^{\circ}\text{C}$).

Продолжительность вегетационного периода (с температурой выше 10°C) составляет 180 - 190 дней. Среднегодовая сумма осадков 546 мм. Большая часть осадков выпадает в течение вегетационного периода (География Белгородской области, 1996).

Рельеф.

С позиций макрорельефа почвенный ареал попадает в границы юго-западного склона Среднерусской возвышенности.

Участок «Ямская степь» относится к территории с широким развитием долинно-балочного и овражно-балочного рельефа (Русаков, 2012).

Местоположение разреза серой метаморфической почвы в рельефе соответствует средней части склона западной экспозиции.

Разрез чернозема глинисто-иллювиального приурочен к нижней части склона левого борта балки южной экспозиции (17 метров от балки). На склоне имеются следы древних денудационных процессов меловых пород.

Растительность.

Разнообразие растительного покрова Ямской степи представлено около 700 видами. Около четверти площади участка занята лесной и кустарниковой растительностью, остальная – лугово-степной.

Лесная и кустарниковая растительность приурочена к днищам и бортам крупных балок и логов, что связано, вероятно, с развитием в этих местах более благоприятного водного режима (Ганнибал, Калибернова, 2003; цит. по: Русаков, 2012).

В составе древостоя участка, занятого лесной растительностью в месте заложения разреза серой метаморфической почвы, доминирует дуб черешчатый, белая акация, образуя I ярус. Во II ярусе произрастает клён платановидный, белая акация, в III ярусе - клён платановидный.

В подлеске преобладают клен татарский, клен полевой, бересклет бородавчатый, боярышник, жимолость татарская, лещина; в подросте - клён платановидный.

Основными компонентами травяно-кустарничкового яруса являются сныть, звездчатка, копытень, крапива двудомная, купена, фиалка. Присутствуют пятна мертвопокровника.

В травостое участка степи, приуроченного к почвенному ареалу чернозема глинисто-иллювиального, господствует разнотравье. Наиболее характерные виды: морковь дикая, полынь полевая, репешок обыкновенный, типчак, овсяница гигантская, подмаренник жёлтый, василёк шероховатый, клевер, земляника зеленая, люцерна, зверобой, шалфей, латук дикий, тысячелистник, щавель водный, чернокорень лекарственный.

Участок представляет собой выпасаемое пастбище.

Почвообразующие породы.

Ямская степь отличается разнообразием почвообразующих пород, представленных как коренными, так и четвертичными отложениями. Наиболее широкое распространение имеют карбонатные лессовидные суглинки (более 70 %). Высока доля в компонентном составе литологических образований бескарбонатных лессовидных суглинков – около 15 %.

Обе почвы, исследуемые в работе, сформированы на бурых глинах.

Антропогенный фактор.

Разрезы заложены в границах мониторинговых площадок, организованных с целью комплексных наблюдений за изменением состояния экосистем вследствие загрязнений, поступающих путем аэрального переноса от источников пылевых

выбросов Лебединского ГОКа. Расстояние от площадки мониторинга до ГОКа составляет 29 км.

При этом естественные условия почвообразования в Ямской степи располагают к формированию на данной территории почв с глубоко развитым профилем, мощным гумусовым горизонтом и благоприятными физико-химическими характеристиками, в том числе для проявления сорбционной функции, изучение которой входит в задачи работы.

В отличие от городских почв антропогенное влияние в настоящее время не играет здесь решающей роли как фактора почвообразования.

Таким образом, выбранный ряд почв может считаться репрезентативным в аспекте сравнения их сорбционной функции по причине дифференциации факторов и условий почвообразования, под влиянием которых они были сформированы, и, как следствие, различий в основных физико-химических свойствах. Данный ряд также представлен для оценки вклада в сорбционную функцию органического вещества, так как почвы отличаются (в некоторых случаях контрастно) по его содержанию и составу.

В то же время, их объединяет тяжелый гранулометрический состав и бескарбонатность почвообразующей породы, что позволяет нивелировать разницу вклада минеральной составляющей в сорбционную функцию вследствие варьирования в степени дисперсности слагающих ее частиц и присутствия карбонатов.

Кроме того, почвы ранжируются по уровню антропогенной нагрузки, которую они испытывают в данный момент. При этом в качестве особенности сложившегося ряда выделяется наличие в нем объектов-аналогов, которые можно условно рассматривать как фоновые относительно почв с более высоким уровнем антропогенной нагрузки.

2.2 Методы исследований

В процессе работы были выполнены исследования для составления профильной физико-химической характеристики объектов.

Помимо профильной характеристики, изучение влияния ОВ на сорбционную функцию почвы проводилось отдельно на контрастных по содержанию углерода ($C_{орг}$ по Тюрину от 2,5-6,0% в гумусово-аккумулятивных горизонтах до 0,2-0,3% - в минеральных) образцах.

Перечень показателей, по которым выполнены исследования, приводится на схеме (рис.2).

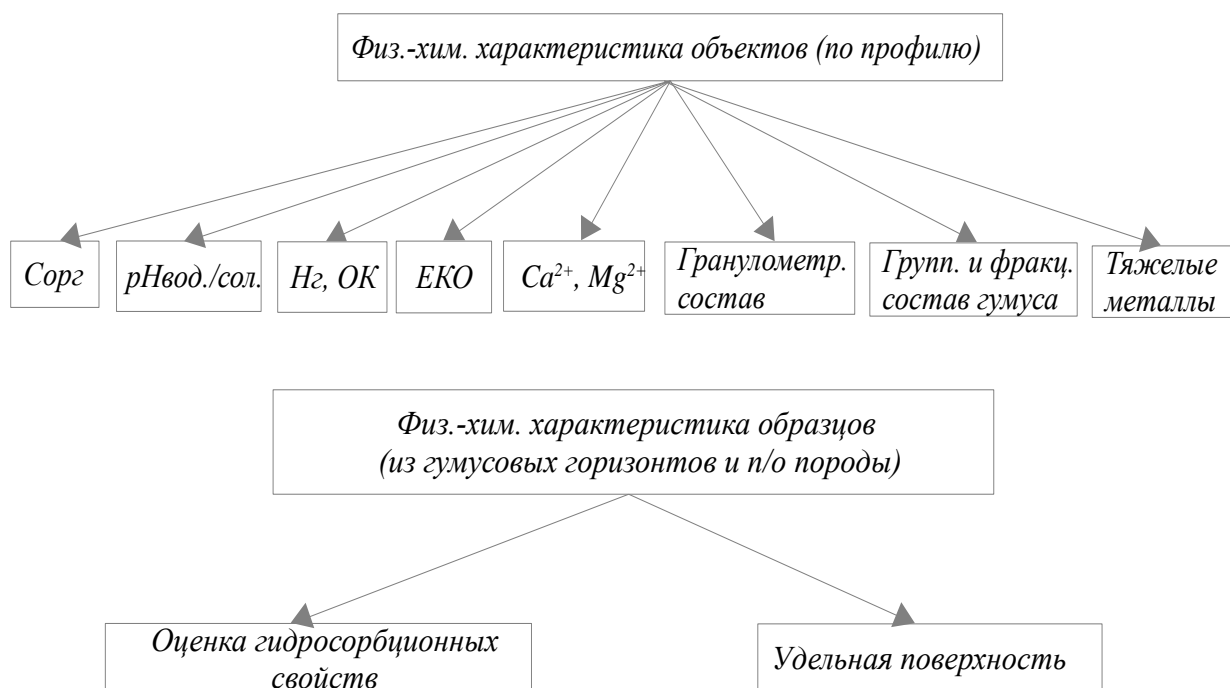


Рис.2. Схема выполнения исследований

Выбранные для изучения сорбционной функции показатели определялись преимущественно общепринятыми методами (Химический анализ почв, 1995; Аринушкина, 1970; Растворова, 1983; Вадюнина, Корчагина, 1961; Методы изучения содержания и состава гумуса, 2007):

- содержание углерода органических соединений по методу Тюрину (по окисляемости) и с помощью автоматического CHN-анализатора;
- рН водной и солевой суспензии потенциометрическим методом;
- гидролитическая (Нг) и обменная кислотность (ОК) титриметрически;
- емкость катионного обмена (ЕКО) методом Бобко-Аскинази (модиф. Грабарова, Уваровой, вар. Алешина);
- сорбционная емкость фотоколориметрическим методом;

- обменные основания Ca^{2+} и Mg^{2+} комплексонометрически;
- гранулометрический состав пипет-методом (по Качинскому);
- групповой и фракционный состав гумуса по методу Кононовой-Бельчиковой;
- тяжелые металлы (ТМ) на атомно-абсорбционном спектрофотометре.

Оценка загрязнения исследуемых почв выполнялась по валовому содержанию тяжелых металлов в почвах и по прочности удерживания (степени иммобилизации) металлов почвами.

Анализ содержания ТМ в почвенных вытяжках проводился с помощью атомно-абсорбционного спектрофотометра.

Почвенная вытяжка для определения валового содержания ТМ в почве готовилась по методике, описанной в М-МВИ 80-2008.

Формы (фракции) ТМ по прочности связи удерживания металлов почвенными компонентами определялись методами параллельной экстракции соединений металлов.

Схемы последовательного и параллельного фракционирования ТМ описаны в ряде публикаций (Плеханова, 2001; Плеханова, Бамбушева, 2010; Понизовский, Мироненко, 2001; Водяницкий, 2006; Минкина Т.М. с соавт. 2008; Бурачевская, 2014; Ладонин, 1995, 2016).

Почвенные вытяжки для измерения обменной формы тяжелых металлов готовились в соответствии с рекомендациями, приведенными в справочнике (Санитарно-химический анализ ..., 1989).

Извлечение водорастворимых форм соединений металлов из проб почв проводилось согласно методике, описанной в РД 52.18.286-90.

Оценка гидросорбционных свойств и величина удельной поверхности определялась в почвенных образцах, контрастных по содержанию Сор_г, на основании данных о равновесной влажности.

Значения равновесного влагосодержания почвы W_p в широком диапазоне концентраций водяного пара, выраженных через его относительное давление P/P_0 (в данном случае отношение давления паров воды над насыщенными растворами электролитов при 20°C), получены гигроскопическим методом.

Методом предусмотрено получение набора пар значений W_p - P/P_0 и построение по экспериментальным точкам изотерм адсорбции-десорбции (Методические указания к курсу..., 1990).

Ряд подбирался таким образом, чтобы на изотермах оказалось возможным нахождение характерных точек перегиба (Теории и методы физики почв, 2007), для

чего была задействована серия эксикаторов с растворами насыщенных солей с известными значениями упругости водяного пара.

Бюксы с почвенными образцами выдерживались последовательно в каждом эксикаторе до достижения адсорбционного равновесия от наибольшего значения P/P_0 к наименьшему для получения экспериментальных точек десорбционной ветви сорбционной кривой и в обратном порядке для построения адсорбционной ветви.

Используемый в эксперименте ряд значений относительных давлений показан на схеме (рис.3).

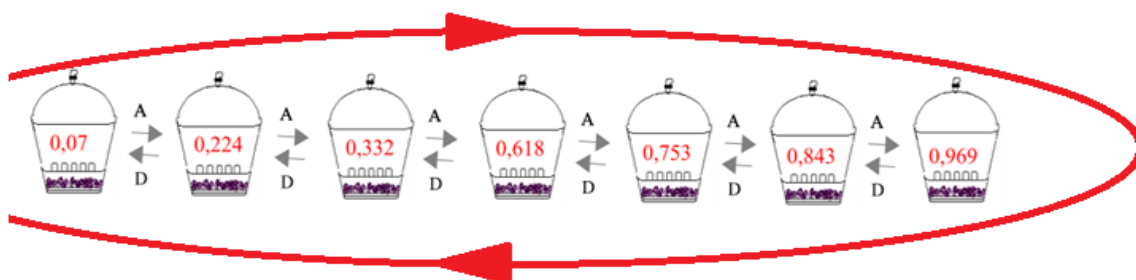


Рис.3. Значения P/P_0 в экспериментальных точках

Характер сорбционной кривой позволяет выявить особенности процессов поглощения водяного пара почвами в зависимости от их состава и дисперсности и сделать вывод о поведении сорбционной функции.

Расчет удельной поверхности почвы производился путем снятия изотерм сорбции водяного пара.

Физическая модель образования пленок воды в процессе сорбции почвой водяного пара основывается на представлении о формировании сначала мономолекулярных пленок на внутренней поверхности частицы, затем по всей частице, заполнении всех внутренних полостей и, в конце концов, мономолекулярной пленки на внешней поверхности частиц, с окончательным образованием фазового раздела «вода-газ».

Используя эту модель, можно определять важные поверхностные свойства частиц: внутреннюю, внешнюю и полную удельные поверхности.

Для расчета полной удельной поверхности, внутренней и внешней необходимо провести определение величин W_m и W_e - влажностей, соответствующих состоянию образования сплошной пленки по всей поверхности частиц и внешнего монослоя воды соответственно (Шеин, 2005).

Величина влажности полного монослоя W_m вычислялись с использованием уравнения Брунауэра-Эммета-Теллера (БЭТ) в области давлений паров воды от 0,05 до 0,35, где уравнение сохраняет свою линейность.

Величина внешнего монослоя W_e вычислялась по уравнению Фаррера, *справедливого* в диапазоне относительных давлений 0,4–0,8 ((Методические указания к курсу..., 1990; Полевые и лабораторные методы определения физических свойств и режимов почв, 2001).

Кроме метода БЭТ, для вычисления удельной поверхности в работе был использован метод, основанный на адсорбции из почвенного раствора метиленового синего (МС). МС представляет собой органический краситель, имеющий интенсивные полосы поглощения в видимой области спектра.

Величина адсорбции определяется посредством спектрофотометрического измерения убыли концентрации красителя в растворе при достижении адсорбционного равновесия (Балыкин, Ефремова, Булатов, 2004).

Методика определения удельной поверхности по величине адсорбционной емкости (соответствующей емкости монослоя), в том числе для почвенных образцов описана в работе Маслénковой Г.Л., Русаковой Г.Н. (Масленкова, Русакова, 1971).

Водный раствор метиленового синего имеет максимум поглощения в видимой области спектра при $\lambda=660\text{nm}$. Маскирующие эффекты присутствия железа и других почвенных компонентов, переходящих в водную почвенную вытяжку и имеющие полосы поглощения в близком диапазоне спектра, устранялись путем фотометрирования относительно водной почвенной вытяжки, прошедшей все те же этапы пробоподготовки перед непосредственным измерением оптической плотности.

Для решения задачи об оценке вклада органического вещества в сорбционную функцию почвы в исходных образцах химическим способом было удалено органическое вещество. Окисление ОВ предусматривает многократную обработку почвы с помощью перекиси водорода (соотношение почва к H_2O_2 1:10) при 2 ч нагревании при $t=85^\circ\text{C}$ до исчезновения реакции на перекись (Нестеренкова, Афолина, Растворова, 1983). Остаточное содержание Сорг в искусственно дегумифицированных образцах было определено по методу Тюрина.

Далее в образцах с удаленным органическим веществом были определены те же показатели и в том же порядке, что и в исходных образцах. Порядок определения показателей изображен на схеме (рис.4).

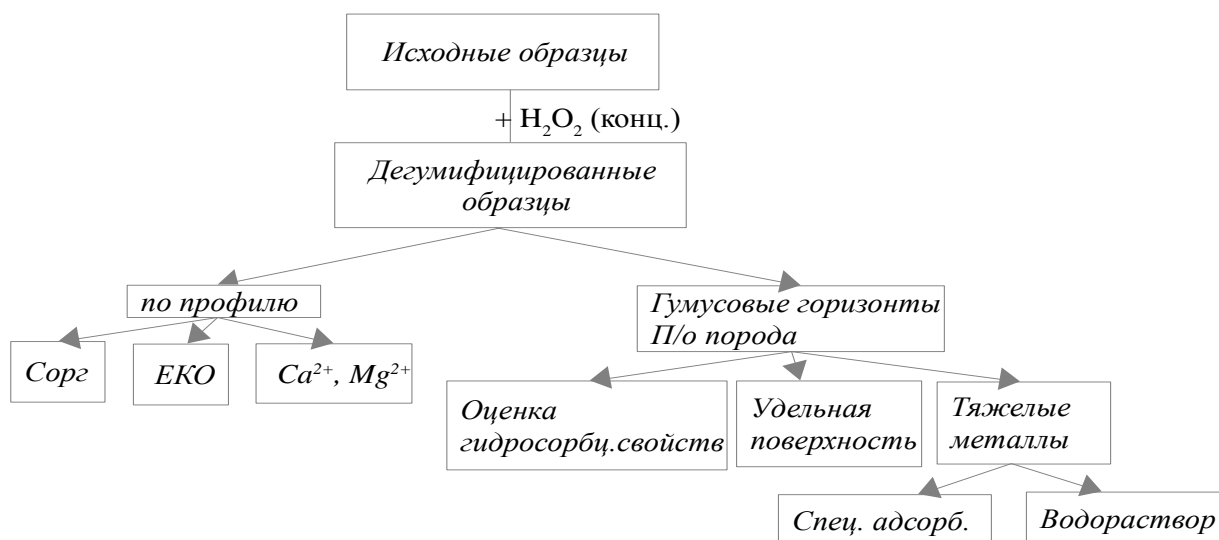


Рис.4. Схема постановки эксперимента

Применяемые в работе методы и показатели дают возможность, с одной стороны, достаточно полно охарактеризовать аспекты проявления сорбционной функции, с другой стороны, позволяют зарегистрировать ее зависимость от варьирования некоторых факторов.

2.3 Профильная характеристика объектов исследования

Почвы Санкт-Петербурга

Физико-химическая характеристика разрезов

Разрез № 4 расположен в Невском районе Санкт-Петербурга под газоном вблизи остановки общественного транспорта (разрез № 4, ул. Бабушкина, д. 49). В соответствии с функциональным зонированием Санкт-Петербурга место заложения разреза относится к зоне инженерно-транспортной инфраструктуры.

Основой почвы в данном случае является привнесенный (интродуцированный) горизонт (Апарин, Сухачева, 2015). С позиций авторов, это горизонт, состоящий из модифицированного человеком материала гумусового или органогенного горизонтов естественных или антропогенно-преобразованных почв и имеющий резкую нижнюю границу с подстилающей породой.

Действительно, почва здесь имеет укороченный профиль, состоит из двух гумусовых горизонтов малой мощности, содержащих до 4-5% артефактов; подстилается антропогенным субстратом. По КиДПР (2004) почва диагностирована как урбиквазизем.

Почва в разрезе № 5, заложенном в парке, представлена полным профилем, но в котором также присутствуют признаки изменений исходного строения в виде наличия 2-ух интродуцированных гумусовых горизонтов (мощностью 28 см), подстилающая минеральная толща при этом не имеет признаков механического перемещения.

Появление таких типичных интродуцированных почв часто сопутствует процессу урбанизации (Апарин, Сухачева, 2015).

По современной классификации почва, представленная разрезом № 5, диагностирована как дерново-подзолистая урбистратифицированная.

Количество Сорг, определенного методом Тюрина (в мод. Пономаревой-Плотниковой), составляет 3,5 и 2,9 % соответственно в слоях (0-5) и (5-10) см для урбиквазизема. Данные Сорг, полученные с помощью автоматического CHN анализатора, показали еще более высокие значения углерода в образцах (табл.1).

Таблица 1. Физико-химические показатели урбиквазизема

Наименование почвы	горизонт	глубина, см	C, % CHN	C, %	pH		Обменные основания, м-экв/100 г почвы			ЕКО, м-экв/100 г почвы	V, %	Ca/Mg
					водн	KCl	$\Sigma(\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+})$	Ca^{2+}	Mg^{2+}			
Урбиквазизем легкосуглинистый	AУ1ur	0-5	6,4	3,5	6,9	6,4	19,6	15,0	4,6	20,2	97,0	3,3
	AУ2ur	5-10	6,2	2,9	7,2	6,6	18,0	12,5	5,5	19,1	94,2	2,3

Часто содержание углерода в городских почвах превышает его содержание в фоновых почвах зонального ряда. Увеличение углерода связывают с поступлением в поверхностный почвенный горизонт органических поллютантов (Васенев, Прокофьева, Макаров, 2013). В составе пыли, переносимой воздушными потоками, содержатся частицы угля, графита, сажи и другие продукты неполного сгорания топлива (Schmidt, Noack, 2000 цит. по: Водяницкий, 2015).

Кроме того, накопление углерода в почвах может быть связано с дисбалансом между процессами минерализации и накопления растительных остатков, характерным для городских условий.

Ослабление процесса минерализации органических остатков происходит вследствие угнетения почвенной микрофлоры тяжелыми металлами, поступающими путем аэрального переноса, изменения численности и структуры популяций микроорганизмов. Увеличение же скорости накопления опада связывается с повышенной температурой в приземном слое из-за большой площади «запечатанных» территорий (Oke, 1990) и повышенным содержанием углекислого газа в составе воздуха городов, что также способствует усилению процессов вегетации.

Увеличение содержания Сорг в городских почвах также часто связывается с внесением компоста, торфопесчаных смесей при озеленительных мероприятиях (Водяницкий, 2015).

Продолжая общую физико-химическую характеристику городских почв, надо отметить близкую к нейтральной реакцию среды (по pH_{KCl}) у урбиквазизема.

Влияние на pH в данном случае, вероятно, оказывает загрязнение противогололедными реагентами, в качестве которых в Санкт-Петербурге часто используется NaCl (Доклад..., 2012).

Почвенный поглощающий комплекс этой почвы насыщен основаниями (97% в слое (0-5 см)), что согласуется с данными других исследователей городских почв. Как причина такой особенности городских почв рассматривается высокое содержание Ca и Mg в химическом составе городской пыли (Водяницкий, 2015). Вероятно, это обусловлено значительным вкладом в ее состав пыли цементного и других строительных производств. Это и может вызывать изменение реакции среды в сторону подщелачивания.

В целом для почв Санкт-Петербурга были выявлена общая тенденция уменьшения влагосодержания с увеличением pH почвенного раствора (Доклад..., 2012).

Дерново-подзолистая урбистратифицированная почва (р.5) демонстрирует среднекислую реакцию среды (pH_{KCl} в АУ1 4,6), высокую гидролитическую и обменную кислотности (табл.2), что в большей степени соответствует естественному природному фону Санкт-Петербурга, а уменьшение актуальной кислотности вниз по профилю, характерное для данной почвы, относится к одной из особенностей почвообразования на ленточных глинах (Матинян, 2003).

Невысокая степень насыщенности основаниями в гумусовых горизонтах резко увеличивается в породе (до 91%), что еще раз демонстрирует богатство минерального состава ленточных глин.

Элювиально-иллювиальное распределение вещественного состава в профиле с явно выраженным здесь горизонтом выноса EL, говорит о формировании этой почвы *in situ*. Изменение конструкции профиля этой почвы человеком затрагивает только верхние гумусовые горизонты.

Помимо морфологических признаков, выраженных в виде наличия артефактов, в гумусовых горизонтах дерново-подзоистой урбистратифицированной почвы, как и в урбиквазиземе, отмечается повышенное содержание Сорг 5,9 % в слое (0-5 см) и 2,3 % в слое (5-16 см) горизонта АУ_{ur}1, что также может свидетельствовать в пользу его техногенной природы.

Таблица 2. Физико-химические показатели дерново-подзолистой урбистратифицированной почвы

Наименование почвы	горизонт	глубина, см	С, % CHN	С, %	рН		Нг, мг- экв/100 г почвы	ОК, м- экв/100 г почвы	Обменные основания, м-экв/100 г почвы			ЕКО, м- экв/100 г почвы	V, %	Ca/Mg
					водн	KCl		$H^+ + Al^{3+}$	$\Sigma(Ca^{2+}, Mg^{2+})$	Ca^{2+}	Mg^{2+}			
Дерново-подзолистая урбистратифицированная легкосуглинистая на озерно- ледниковых (ленточных) глинах	AY1ur	0-5	6,7	5,9	5,2	4,6	4,80	1,4	14,6	9,1	5,5	19,7	74,1	1,7
	AY1ur	5-16	2,4	2,3	5,3	4,6	4,70	1,4	12,5	7,7	4,8	17,7	70,7	1,6
	AY2ur	16 - 28	0,4	0,9	5,2	4,6	5,00	1,5	7,0	5,0	2	12,6	55,6	2,5
	EL	28 - 44	0,3	0,3	5,2	4,5	3,00	1,0	3,5	2,5	1	7,1	49,0	2,5
	BEL	44 - 58	0,3	0,3	5,3	4,1	1,70	0,8	16,1	6,6	9,5	18,4	87,7	0,7
	BT	58 - 66	0,2	0,2	5,4	4,2	1,50	0,4	17,6	7,4	10,2	19,7	89,2	0,7
	C	66 - 83	0,2	0,2	5,5	4,2	1,50	0,4	18,6	6,9	11,7	20,4	91,2	0,6

Гранулометрический состав

Гранулометрический состав урбиквазизема и дерново-подзолистой урбистратифицированной почвы – легкосуглинистый. Это согласуется с общей тенденцией облегчения гранулометрического состава городских почв (Антропогенные почвы..., 2003).

Урбиквазизем характеризуется достаточно однородным по профилю гранулометрическим составом. Это демонстрирует диаграмма профильного распределения фракций гранулометрического состава (рис.5).

Результаты определения гранулометрического состава пипет-методом представлены в Приложении 7.

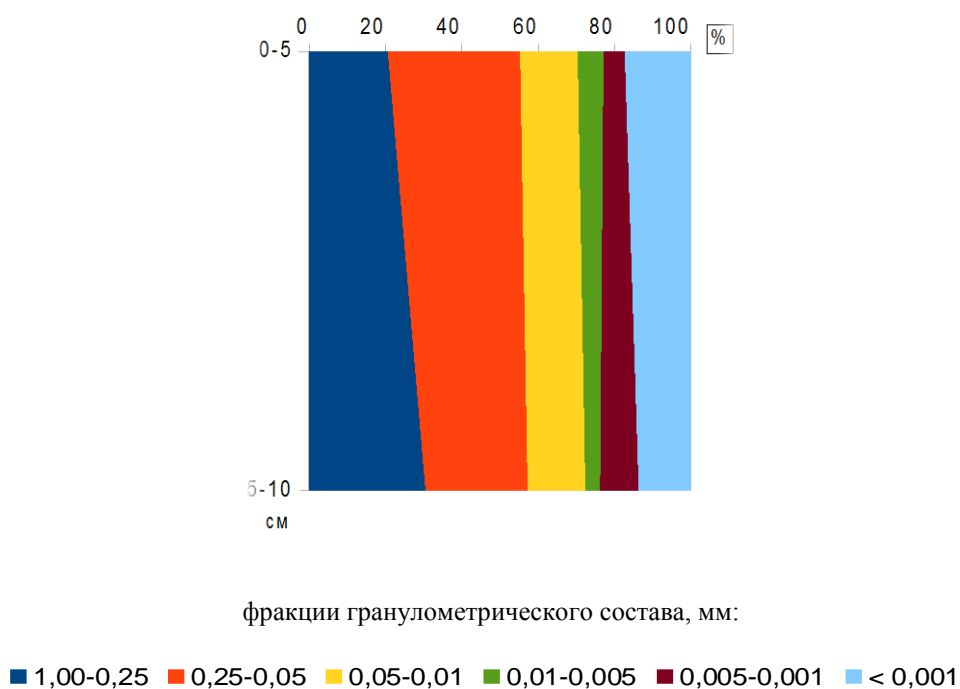


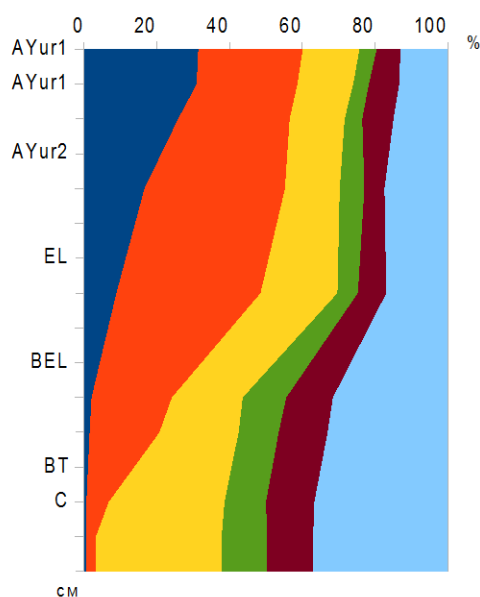
Рис.5. Диаграмма гранулометрического состава урбиквазизема

Характер интегральной кривой гранулометрического состава урбиквазизема указывает на невысокий уровень присутствия тонкодисперсных фракций, а дифференциальная кривая говорит о преобладании песчаных фракций и «провале» в области частиц размерности средней и мелкой пыли (Приложение 8, 9).

Особенности гранулометрического состава урбиквазизема дублируются в той или иной степени в верхнем горизонте дерново-подзолистой урбистратифицированной почвы.

Профильное распределение фракций гранулометрического состава дерново-подзолистой урбистратифицированной почвы приводится на рис.6.

Результаты определения гранулометрического состава пипет-методом представлены в Приложении 7.



фракции гранулометрического состава, мм:

■ 1,00-0,25 ■ 0,25-0,05 ■ 0,05-0,01 ■ 0,01-0,005 ■ 0,005-0,001 ■ < 0,001

Рис. 6. Диаграмма гранулометрического состава дерново-подзолистой урбистратифицированной почвы

Кумулятивная и дифференциальная кривые дерново-подзолистой урбистратифицированной почвы (Приложение 8, 9) в гумусовом горизонте во многом повторяют поведение кривых урбиквазизема.

В профиле заметно облегчение гранулометрического состава в верхней части, обусловленное процессами почвообразования, предусматривающими разрушение и вынос мелкозема, обеднение илистой фракцией в горизонте EL и ее накопление в нижележащих горизонтах.

Вниз по профилю продолжается увеличение тонкодисперсных фракций, песчаные фракции здесь практически отсутствуют.

Почвообразующая порода на кумулятивной кривой показывает некоторый скачок, что говорит о неравномерности содержания гранулометрических фракций, а дифференциальная кривая демонстрирует пики в области илистой и лессовидной фракций (Приложение 8, 9).

Групповой и фракционный состав органического вещества городских почв

Как уже отмечалось, содержание органического вещества в гумусовых горизонтах городских почв достаточно высоко.

Особенностью состава органического вещества, определенного методом Кононовой-Бельчиковой, в урбиквазиземе является преобладание гуминовых кислот (ГК) над фульвокислотами (ФК). Те же особенности проявляются и в групповом составе гумуса дерново-подзолистой урбистратифицированной почвы. Результаты определения фракционно-группового состава органического вещества этих почв приводятся в таблице 3 и на рисунках 7, 8.

Таблица 3. Результаты фракционно-группового состава гумуса городских почв

горизонт	Глубина, см	Собщ, %	Фракционно-групповой состав гумуса, % (к массе навески/ С общ почвы)							Сгк/ Сфк	Сгк1/ Сфк1	Сгк2/ Сфк2	
			ГК			ФК							Сост, %
			I	II	Всего	Ia	I	II	Всего				
Урбиквазизем легкосуглинистый													
AY1ur	0 - 5	3,5	0,49	0,31	0,80	0,11	0,34	0,14	0,59	2,12	1,3	1,4	2,2
			13,9	8,9	22,8	3,1	9,8	4,0	16,9	60,3			
AY2ur	5 - 10	2,9	0,35	0,20	0,55	0,08	0,22	0,11	0,41	1,93	1,3	1,6	1,9
			12,1	7,0	19,1	2,9	7,6	3,8	14,3	66,6			
Дерново-подзолистая урбистратифицированная													
AY1ur	0 - 5	5,9	0,32	0,35	0,67	0,07	0,47	0,08	0,61	4,62	1,1	0,7	4,5
			5,4	5,9	11,3	1,1	7,9	1,3	10,3	78,4			
AY1ur	5 - 16	2,3	0,25	0,14	0,38	0,10	0,19	0,06	0,35	1,56	1,1	1,3	2,3
			10,8	5,9	16,6	4,5	8,3	2,6	15,4	67,9			
AY2ur	16 - 28	0,9	0,05	0,09	0,14	0,07	0,09	0,03	0,19	0,57	0,7	0,5	3,4
			5,4	9,8	15,2	7,8	10,5	2,9	21,2	63,6			
EL	28-44	0,3	0,01	0,00	0,01	0,05	0,06	0,01	0,12	0,15	0,1	0,1	0,3
			1,9	1,1	3,0	18,5	21,6	3,3	43,4	53,6			
BEL	44-58	0,3	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06	0,02	0,13	0,14	0,0	0,1	0,0
			1,3	0,0	1,3	20,7	19,8	6,8	47,2	51,5			
BT	58-66	0,2	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02	0,03	0,08	0,16	0,0	0,0	0,0
			0,0	0,0	0,0	16,1	6,2	10,3	32,7	67,3			
C	66-83	0,2	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,06	0,18	0,1	0,0	0,1
			0,0	1,6	1,6	9,9	1,1	12,9	23,9	74,5			

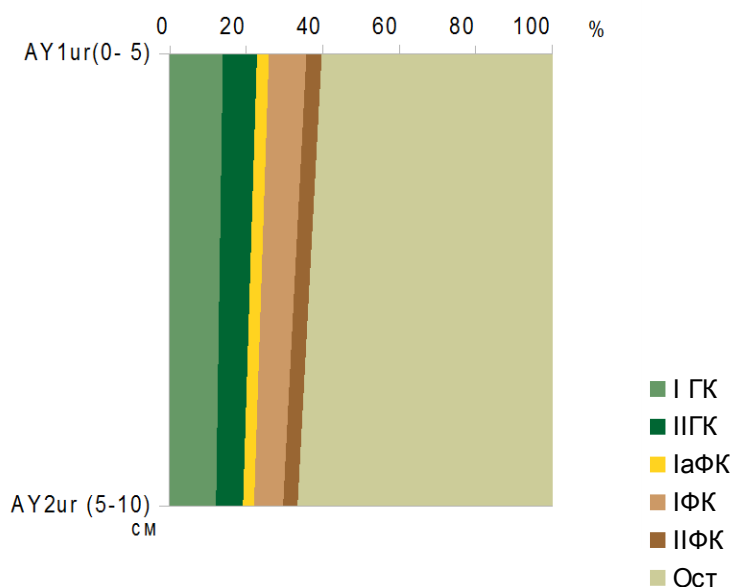


Рис. 7. Графическое представление данных фракционно-группового состава урбиквазизема

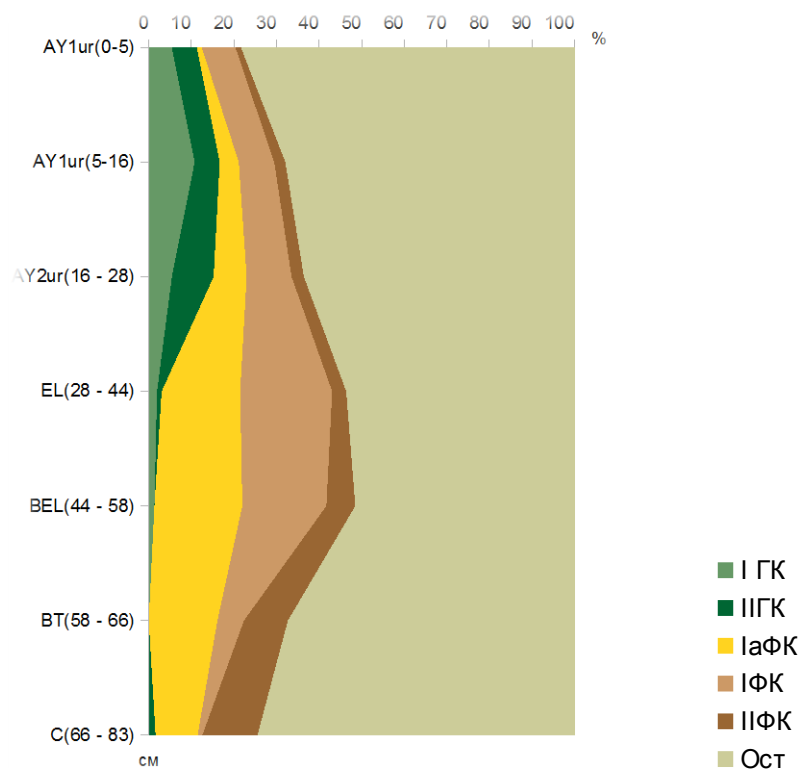


Рис.8. Графическое представление данных фракционно-группового состава дерново-подзолистой урбистратифицированной почвы

Несмотря на специфику метода фракционирования (экстрагирование смесью растворов $0,1\text{M Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + 0,1\text{M NaOH}$ предполагает доизвлечение гумусовых кислот за счет фенольных гидроксидов, что приводит к снижению отношения ГК/ФК (Бакина, Орлова, 2012)), гумус в обоих случаях проявляет гуматно-фульватный характер.

Достаточно высоко содержание фракции ГК-2, что абсолютно не характерно для естественных почв зонального ряда. Это может быть, с одной стороны, связано с относительно высоким содержанием в ППК Са техногенного происхождения, но, скорее, это происходит вследствие особенностей метода фракционирования, предусматривающего в почвах дерново-подзолистого типа (где преобладают БГК) переход во 2 фракцию более прочно связанных с минеральной частью компонентов гумуса (Бакина, Орлова, 2012).

Высоко содержание здесь негидролизующего остатка (Сост), что может быть также объяснено несколькими причинами: отсутствием методически обоснованной пробоподготовки, учитывающей специфику городских почв (наличие углистых частиц, сажи и других трудноокисляемых компонентов органического происхождения, переходящих во фракции, но реально не являющихся компонентами гумуса, или же, наоборот, повышающих содержание негидролизующего остатка, и меняющего

соотношение групп и фракций); особенностями метода фракционирования, так как пиродифосфат не извлекает прочно связанные гумусовые кислоты 3 фракции).

Несмотря на отличительные черты городских почв, являющиеся следствием вмешательства в их развитие антропогенного фактора, в дерново-подзолистой урбистратифицированной почве можно проследить некоторые зональные закономерности строения гумусового профиля. Так здесь наблюдается преобладание фракций ФК-1а и ФК-1 уже в горизонте А_{Yur2}, с максимумом ФК-1а и ФК-1 в горизонте ЕL, и элювиально-иллювиальный характер профильного распределения гумусовых кислот, характерный для почв естественных ценозов (рис.8).

Информативным для оценки деградационных и реградационных процессов трансформации гумуса в антропогенно измененных почвах представляется содержание первой и второй фракций гуминовых кислот, ответственных за обеспечение ценных качеств гумуса и рефлекторных к смене экологических условий (Овчинникова, 2007). Для оценки этих процессов предлагается применять соотношения $C_{гк1}/C_{фк1}$ и $C_{гк2}/C_{фк2}$.

В соответствии с концепцией автора соотношения ГК1 и ГК2 с соответствующими фракциями ФК рекомендуется использовать для оценки интенсивности процесса гумификации на стадии новообразования ГК ($C_{гк1}/C_{фк1}$) и на стадии полимеризации и усложнения гумусовых структур, или формирования гуматов ($C_{гк2}/C_{фк2}$). Фульвокислоты (за исключением фракции 1а) рассматриваются при этом как предшественники ГК или как продукты их деструкции.

В гумусовых горизонтах исследуемых почв наблюдаются соотношения $C_{гк2}/C_{фк2}$, характерные для почв черноземного типа почвообразования и совершенно не характерные для почв зонального ряда, но в данном случае, вероятно, такое соотношение будет служить мерой не усиления процессов полимеризации и глубины гумификации, как это могло бы трактоваться для черноземов, а, скорее, как ослабление процессов новообразования гумусовых кислот, характеризуемое показателем $C_{гк1}/C_{фк1}$, и на этом фоне относительный рост соотношения $C_{гк2}/C_{фк2}$.

В целом, в интерпретации данных группового и фракционного состава гумуса городских почв возникают сложности, вызванные влиянием на распределение фракций техногенного углерода и особенностями методов фракционирования и пробоподготовки.

Подводя итоги профильной характеристики городских почв, необходимо отметить подверженность этих почв общему тренду морфологического и физико-химического образа городских почв (урбиквазизема в большей степени, чем дерново-

подзолистой урбистратифицированной), что указывает на преобладание здесь антропогенного фактора в процессах формирования почвенных свойств.

Почвы Тосненского района Ленинградской области

Физико-химическая характеристика элювиально-метаморфической почвы

Почвы Тосненского района могут рассматриваться как пара, в которой элювиально-метаморфическая почва под лесной растительностью принимается за естественный аналог агродерново-элювозема, что позволяет проследить изменение сорбционной функции почвы при вовлечении ее в сельскохозяйственный оборот.

Процессы почвообразования на ленточной глине накладывают свой отпечаток на формирование комплекса физико-химических свойств, отличных от свойств, присущих почвам зонального ряда, в том числе, характеризуемых показателями, регулирующими почвенную сорбционную функцию.

Пылевато-илистый гранулометрический состав глин обуславливает ряд отрицательных свойств: ленточные глины плотны по сложению, в сухом состоянии бесструктурны. Низкая фильтрационная способность приводит к периодическому переувлажнению. Почвенный профиль формируется в контрастном окислительно-восстановительном режиме.

Для почв, развитых на ленточных глинах, характерны наследуемые от породы обогащенность элементами питания, высокая емкость поглощения и неблагоприятные водно-физические свойства (Матинян, 2003).

Физико-химические показатели элювиально-метаморфической почвы приводятся в таблице 4.

Почвенный профиль хорошо дифференцирован. Начиная со средней части и далее вниз по профилю, имеются признаки оглеения.

Верхние горизонты почвы характеризуется сильнокислой реакцией (по показателю pH_{KCl}), относительно высокой гидролитической и обменной кислотностями. Уменьшение кислотности происходит с глубиной, реакция среды возрастает по направлению к породе до близкой к нейтральной.

Емкость катионного обмена (ЕКО), степень насыщенности основаниями (V) наименьшие в элювиальном горизонте и увеличиваются по мере роста количества тонкодисперсных гранулометрических фракций, достигая максимума в ленточной глине 97,9 %.

Таблица 4. Физико-химические показатели элювиально-метаморфической почвы

Наименование почвы	горизонт	глубина, см	C, % CHN	C (по Тюрину), %	pH		Нг, мг- экв/100 г почвы	ОК, м- экв/100 г почвы	Обменные основания, м-экв/100 г почвы			ЕКО, м- экв/100 г почвы	V, %	Ca/Mg
					водн	KCl			$\Sigma(\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+})$	Ca^{2+}	Mg^{2+}			
Элювиально-метаморфическая глинисто-иллювирированная глееватая на ленточных глинах, подстилаемая озерными супесями	AEL	0-5	2,9	2,6	4,2	3,9	2,7	2,3	8,3	5,3	3,0	11,0	75,5	1,8
	EL	5-17	0,6	0,9	4,5	3,7	2,3	1,8	3,3	1,8	1,5	6,0	55,0	1,2
	BEL	17-37	0,4	0,5	5,0	3,7	2,3	1,6	11,9	6,3	5,6	14,0	85,0	1,1
	BMt,g	37-69	0,4	0,4	6,0	4,4	2,0	1,4	18,0	10,2	7,8	22,0	81,8	1,3
	BCg	69-90	0,2	0,4	6,4	5,0	1,5	0,4	19,8	8,8	11,0	21,8	90,8	0,8
	Cg	90-110	0,3	0,4	7,1	6,1	не опр.	не опр.	23,5	11,0	12,5	24,0	97,9	0,9
	Dg	110-130	0,2	0,3	7,0	6,4	не опр.	не опр.	5,6	0,5	5,1	6,4	87,5	0,1

Гранулометрический состав

Особенностями дифференциации гранулометрического состава с глубиной является элювиально-иллювиальный тип распределения тонкодисперсных частиц (рис.9). Таблица результатов определения гранулометрического состава в Приложении 7).

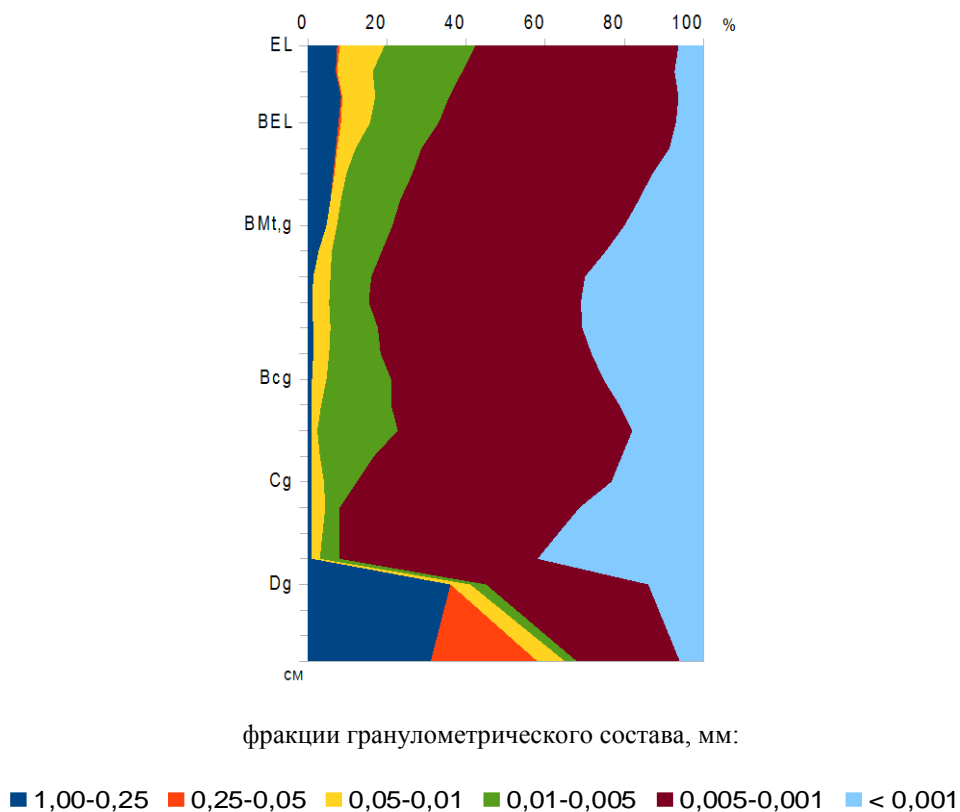


Рис. 9. Диаграмма гранулометрического состава элювиально-метаморфической почвы на обратном двучлене

По профилю отмечается абсолютное преобладание фракции мелкой пыли (0,005-0,001 мм), высокое содержание илстых частиц и практически полное отсутствие фракции мелкого песка в метровом слое. Накопление илистой фракции наблюдается в горизонте BMt,g, что собственно характерно для отдела структурно-метаморфических почв (Классификация, 2004).

В породе наблюдается слоистость, характерная для ленточных глин (зимний слой содержит 50% частиц размерности мелкой пыли и 42% ила, летний – 66% и 26 % соответственно).

В целом в ленточной глине доминирует фракция мелкой пыли и ила и крайне низкое содержание остальных фракций. Это хорошо демонстрирует интегральная кривая гранулометрического состава зимнего слоя Cg (Приложение 8).

По классу гранулометрического состава верхний горизонт относится к среднеглинистому, остальной профиль - тяжелая глина.

Смена породы происходит на глубине 110 см и сопровождается резким увеличением содержания среднего песка с 1 до 36 %. По классу гранулометрического состава горизонт Dg представляет собой супесь.

Накопление песчаных частиц и увеличение содержания фракций крупной и средней пыли в верхних горизонтах (демонстрирует дифференциальная кривая горизонта AEL (Приложение 9)) объясняется литологической неоднородностью породы.

Гумусовый профиль элювиально-метаморфической почвы

Элювиально-метаморфическую почву, сформированную под лесной растительностью, характеризует присутствие пятисантиметрового горизонта оторфованной подстилки.

Разделение профиля на гумусово-аккумулятивную и минеральную части выражено резко. Гумусовый горизонт представлен здесь частично отбеленным горизонтом AEL малой мощности, в котором ярко выражены признаки элювиального процесса. При этом содержание углерода в нем относительно высоко (2,6 %), с глубиной резко убывает.

Элементарные почвообразовательные процессы элювиального типа доминируют в подобных почвах над гумусово-аккумулятивным, что не может не отражаться на характере фракционно-группового состава гумуса.

Результаты определения фракционно-группового состава гумуса элювиально-метаморфической почвы представлены в таблице 5.

Таблица 5. Результаты определения фракционно-группового состава гумуса элювиально-метаморфической почвы

горизо нт	Глуб ина, см	Собщ, %	Фракционно-групповой состав гумуса, % (к массе навески/ С общ почвы)								С гк/ Сфк	Сгк1/ Сфк1	Сгк2/ Сфк2
			ГК			ФК				Сост, %			
			I	II	Всег о	Ia	I	II	Всего				
AEL	0-5	2,9	0,29	0,00	0,29	0,16	0,20	0,03	0,39	2,21	0,7	1,4	0,0
			9,9	0,0	9,9	5,6	7,0	0,9	13,5	76,6			
EL	5-17	0,6	0,05	0,00	0,05	0,04	0,03	0,00	0,07	0,45	0,6	1,3	–
			8,0	0,0	8,00	6,8	6	0,0	12,8	79,2			
BEL	17-37	0,4	0,03	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,04	0,34	0,7	0,8	–
			6,8	0,0	6,80	1,1	9	0,0	10,1	83,1			
BMt,g	37-69	0,4	0,01	0,00	0,01	0,00	0,06	0,00	0,06	0,30	0,2	0,2	0,0
			2,9	0,0	2,90	0,0	15	0,8	15,8	81,3			
BCg	69-90	0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,05	0,18	0,0	0,0	0,0
			0,0	0,0	0,00	0,0	20	1,4	21,4	78,6			
Cg	90- 110	0,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,01	0,09	0,20	0,0	0,0	0,0
			0,0	0,0	0,00	0,0	29,4	2,3	31,7	68,3			

горизонт	Глубина, см	Собщ, %	Фракционно-групповой состав гумуса, % (к массе навески/ С общ почвы)								С гк/ Сфк	Сгк1/ Сфк1	Сгк2/ Сфк2
			ГК			ФК				Сост, %			
			I	II	Всего	Ia	I	II	Всего				
Dg	110-130	0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,07	0,13	0,0	0,0	–
			0,0	0,0	0,00	0,0	35,2	0,0	35,2	64,8			

Как видно из табл. 5 и рис.10, профиль лесной элювиально-метаморфической почвы демонстрирует низкое содержание гуминовых кислот, фракция гуминовых кислот, связанных с кальцием, вообще отсутствует. ГК-I проникают достаточно глубоко, но не выходят за пределы горизонта BMt,g.

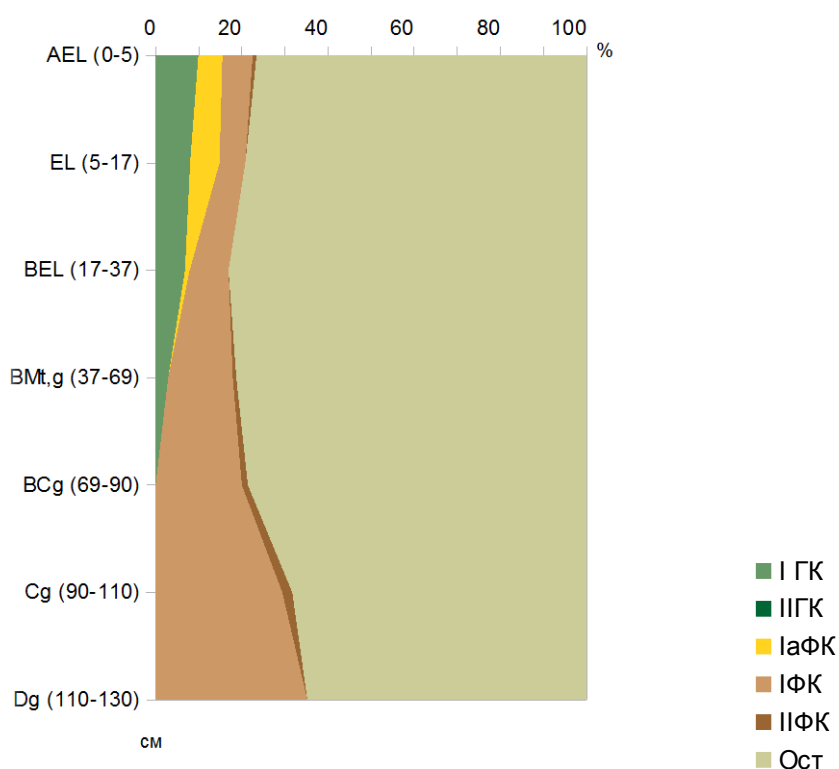


Рис.10. Графическое представление данных фракционно-группового состава элювиально-метаморфической почвы (р. МЛ_7 Лисино-лес)

Вообще для почв, сформированных на слабо водопроницаемых ленточных глинах, по мере усиления признаков поверхностного увлажнения и оглеения зафиксировано возрастание содержания гумуса и гуминовых кислот в его составе преимущественно за счёт ГК1 (Матинян, Дергачёва, 1988).

Подвижные, агрессивные фульвокислоты Ia фракции резко убывают с глубиной, в горизонте BMt,g их уже не обнаруживается. ФК-I доминируют в профиле. Доля их среди гумусовых кислот с глубиной возрастает и в нижней части их содержание в % от Собщ составляет уже 35,2.

Фульвокислоты, связанные с кальцием, присутствуют только в гумусовом горизонте и в крайне незначительном количестве (0,9 % от Собщ или 0,03% от массы навески).

Крайне высока доля негидролизуемого остатка, что обусловлено в гумусовом горизонте наличием грубогумусовых форм, а в средней и нижней частях профиля этот эффект вызван присутствием в большом количестве тонкодисперсных фракций, обеспечивающих прочное вхождение органических соединений в органоминеральные комплексы.

Вышеизложенные физико-химические характеристики профильного распределения вещественного состава в целом отражают особенности формирования почв на ленточных глинах, описанные в монографии Н.Н. Матинян (Матинян, 2003).

Физико-химическая характеристика агродерново-элювозема

В отличие от почвы естественного лесного ландшафта в этом профиле присутствуют морфологические признаки, характерные для окультуренных почв. Почва имеет мощный агрогумусовый горизонт (P1+P2) до 43 см. Содержание Сорг в P1 составляет уже 5,9 % и во всем пахотном слое оно остается высоким (4,3 % в P2). И только в горизонте ELg оно достигает уровня своего естественного аналога. За счет глубокой мощности пахотного слоя распределение углерода по профилю имеет относительно плавный характер. Элювиальный горизонт находится на глубине 43 см и по мощности сопоставим с фоновой почвой под лесом. Но его физико-химические параметры более благоприятны по сравнению с предыдущим разрезом (табл. 6).

Реакция среды слабокислая в P1, убывает до средне- и сильнокислой в P2 и ELg (по показателю pH_{KCl}) и снова увеличивается по направлению к породе.

Высокая степень насыщенности ППК основаниями (86-90%) не только в породе, что естественно для ленточных глин, но и в пахотных горизонтах, наряду с высоким содержанием Сорг, позволяет сделать вывод о регулярном внесении в почву органических и минеральных удобрений.

Следует отметить также широкое отношение Ca^{2+} к Mg^{2+} в ППК во всем профиле (варьирует от 8,0 до 2,8 м-экв/100г) по сравнению с элювиально-метаморфической почвой (не поднимается выше 1,8 в AEL). Только в породе это соотношение остается на уровне фоновой почвы. Показатель характеризует относительное увеличение доли кальция в ППК в верхних горизонтах при сохранении относительно высокого содержания магния в породе. Преобладание в ППК магния над кальцием в породе и тенденция к сохранению показателя Ca^{2+}/Mg^{2+} на уровне 1-2 во всем профиле, кроме органогенных горизонтов, где происходит биологическое

накопление кальция, – характерная черта почвообразования на ленточных глинах (Матинян, 2003). Имеет смысл, по всей видимости, рассмотреть вклад этого показателя в сорбционную функцию.

Таблица 6. Физико-химические показатели агродерново-элювозема

Наименование почвы	горизонт	глубина , см	С, % СН	С (по Тюрину), %	рН		Нг, мг- экв/100 г почвы	ОК, м- экв/100 г почвы	Обменные основания, м-экв/100 г почвы			ЕКО, м- экв/100 г почвы	V, %	Ca/Mg
					водн	KCl		$H^+ + Al^{3+}$	$\Sigma(Ca^{2+}, Mg^{2+})$	Ca^{2+}	Mg^{2+}			
Агродерново-элювозем глубокопахотный среднесуглинистый глееватый на озерно- ледниковых (ленточных) глинах	P1	0-24	6,6	5,8	5,5	5,1	2,9	1,1	20,2	17,9	2,3	23,5	85,9	8,0
	P2	24-43	5,0	4,3	4,9	4,3	2,7	0,9	18,3	13,5	4,8	20,4	89,5	2,8
	Elg	43-52	0,8	0,7	4,7	4,0	2,5	0,3	9,0	7,3	1,8	11,9	75,6	4,1
	Cg	52-100	0,3	0,2	5,9	4,6	0,9	0,1	16,5	3,0	13,5	17,8	92,7	0,2

Характеристика гранулометрического состава агродерново-элювозема

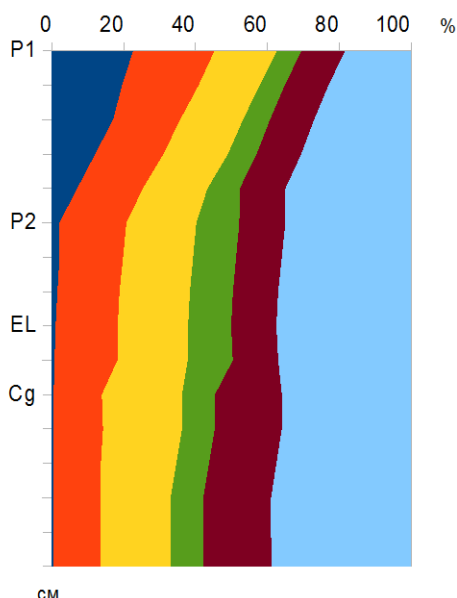
Характерная для типа элювоземов гранулометрическая неоднородность стерта вследствие агрогенной переработки профиля, а также, вероятно, вследствие формирования почвы на однородной породе в отличие от описанного выше профиля.

Диаграмма распределения гранулометрического состава по профилю приводится на рис.11. Результаты определения гранулометрического состава представлены в таблице Приложения 7.

В целом прослеживается хорошо выраженная сортированность по фракциям гранулометрического состава в пределах профиля. А также достаточно равномерное распределение всех фракций в пределах гумусового горизонта. Это явно выражено на интегральной кривой горизонта P1 (Приложение 8).

Утяжеление гранулометрического состава с глубиной происходит за счет уменьшения фракции песка (от 46 % в P1 до 13% в Cg), особенно фракции крупного и среднего песка, и соответствующего равномерного увеличения более тонкодисперсных фракций.

Представляется важным отметить, что по вкладу илистой фракции в гранулометрический состав, на чью долю приходится, как правило, максимум поглотительной способности, элювиально-метаморфическая почва уступает агродерново-элювозему. Но по сумме илистой и предылистой фракций целинная почва



фракции гранулометрического состава, мм:

■ 1,00-0,25 ■ 0,25-0,05 ■ 0,05-0,01 ■ 0,01-0,005 ■ 0,005-0,001 ■ < 0,001

Рис.11. Диаграмма гранулометрического состава агродерново-элювозема

явно превосходит окультуренную. Эти два показателя также рассмотрим в качестве параметров, регулирующих проявление сорбционной функции.

Гумусовый профиль агродерново-элювозема

Сравнивая показатели гумусового состояния агродерново-элювозема с его естественным аналогом – элювиально-метаморфической почвой под лесом, отмечается общее увеличение мощности гумусового горизонта (до 43 см), содержания Сорг (до 5,8%), плавно убывающего по профилю. Эти закономерные изменения характерны для высокоокультуренных почв, развитых на ленточных глинах (Бахматова К.А., 1997).

Тенденции агрогенной трансформации гумусового состояния почвы также затрагивают перераспределение в компонентном составе гумуса. В гумусовых горизонтах этот процесс отражается на увеличении количества гуминовых кислот, ослаблением фульватного характера гумуса (табл 7, рис. 12).

Если в элювиально-метаморфической почве фракция гуминовых кислот, связанных с кальцием, вообще отсутствовала, то здесь ее вклад уже вполне представлен. Возросла также доля ГК-1. При этом необходимо обратить внимание, что такие изменения коснулись исключительно гумусовых горизонтов почвы и далее Р2 гуминовые кислоты уже не проникают.

Отмечается снижение доли ФК-1а, при этом доля ФК-1 и ФК-2 увеличивается.

Кроме того, вырос общий выход в вытяжки относительно элювиально-метаморфической почвы, заметно снизилась доля негидролизующего остатка.

И в целом, здесь наблюдаются положительные тенденции, фиксируемые расширением отношения Сгк/Сфк до гуматно-фульватного типа гумуса и стабилизацией и увеличением количества зрелых гуминовых кислот, судя по увеличению отношения Сгк2/ Сфк2 (Овичинникова, 2007; Овичинникова, 2012).

Таблица 7. Результаты определения фракционно-группового состава гумуса агродерново-элювозема

горизонт	Глубина, см	Собщ, %	Фракционно-групповой состав гумуса, % (к массе навески/С общ почвы)								С гк/Сфк	Сгк1/Сфк1	Сгк2/Сфк2
			ГК			ФК				Сост, %			
			I	II	Всего	Ia	I	II	Всего				
P1	0-24	5,8	0,69	0,04	0,73	0,17	0,61	0,22	1,00	3,64	1,2	1,1	2,1
			11,9	8,1	20,0	2,9	10,6	3,9	17,3	62,8			
P2	24-43	4,3	0,24	0,01	0,26	0,12	0,85	0,09	1,06	2,72	0,5	0,3	3,0
			5,7	6,3	12,0	2,7	19,8	2,1	24,6	63,4			
Elg	43-52	0,7	0,00	0,00	0,00	0,04	0,17	0,00	0,20	0,50	0,0	0,0	0,0
			0,0	0,0	0,0	5,1	23,7	0,1	28,9	71,1			
Cg	52-100	0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,06	0,14	0,0	0,0	—
			0,0	0,0	0,0	0,0	29,8	0,0	29,8	70,2			

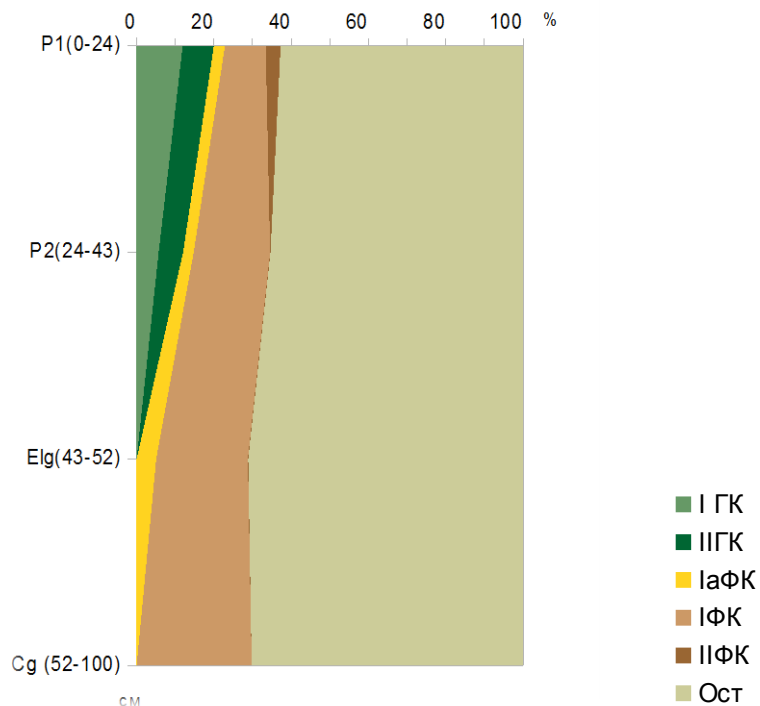


Рис. 12. Графическое представление данных фракционно-группового состава агродерново-элювозема

Почвы заповедника «Белогорье»

Благоприятное сочетание условий почвообразования в лесостепной зоне обеспечивает здесь формирование полноразвитых профилей почв с мощным гумусовым горизонтом.

Мощность гумусового горизонта серой метаморфической почвы составляет 55 см (AY1-AYe4), содержание Сорг плавно убывает от 4,8 в AY1 до 1,8% AYe4.

Мощность гумусового горизонта чернозема (AU+AB) – 103 см, Сорг также плавно убывает с глубиной от 5,2% в AU1 до 1,3% на глубине 100 см.

Физико-химическая характеристика разрезов приводится в таблице 8.

Реакция среды в обеих почвах близкая к нейтральной (по pH_{KCl}) во всем профиле.

Емкость катионного обмена высокая и плавно снижается в породе (от 43 до 33 м-экв/100г почвы в серой метаморфической, от 39 до 30,9 м-экв/100г почвы в черноземе). В целом по профилю такие значения ЕКО связаны с тяжелым гранулометрическим составом почвы, а в гумусово-аккумулятивных горизонтах в значительной мере - с содержанием органического вещества.

Обе почвы обращают на себя внимание высоким абсолютным значением $\Sigma(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$, снижающимся вниз по профилю (от 40,5 до 29,4 м-экв/100г в серой метаморфической почве и от 37 до 28 м-экв/100г в черноземе) и степенью насыщенности ППК основаниями (90% и более).

Таблица 8. Физико-химические показатели почв заповедника «Белогорье»

горизонт	глубина, см	C,% CHN	C,%	pH		Обменные основания, м-экв/100 г почвы			ЕКО, м-экв/100 г почвы	V, %	Ca/Mg
				водн	KCl	Σ(Ca ²⁺ , Mg ²⁺)	Ca ²⁺	Mg ²⁺			
Серая метаморфическая типичная среднесиловая тяжелосуглинистая на бурых глинах											
AY1	0-15	4,5	4,8	6,7	6,2	40,5	38,2	2,3	43,3	93,5	16,6
AY2	15-23	не опр.	3,5	6,4	6,0	33,6	31,3	2,3	36,8	91,3	13,6
AY3	23-40	не опр.	2,6	6,6	6,0	32,7	29,0	3,7	35,0	93,3	7,9
AYe4	40-55	не опр.	1,8	6,7	6,1	31,3	28,5	2,8	34,0	92,0	10,3
BM	55-107	не опр.	0,3	6,5	5,9	28,8	24,4	4,4	32,6	88,1	5,6
BCt	107-150	не опр.	0,3	6,0	5,6	29,4	24,4	5,1	33,0	89,3	4,8
Чернозём глинисто-иллювиальный мощный типичный глинистый на бурых глинах											
AU1	0-28	5,6	5,2	7,0	6,2	37,0	31,7	5,3	39,0	94,9	6,0
AU2	28-64	не опр.	3,5	6,8	6,1	35,6	32,0	3,6	37,0	96,2	8,9
AB	64-80	не опр.	1,6	6,8	6,0	32,2	24,1	8,1	33,6	95,8	3,0
	80-103	не опр.	1,3	6,4	5,6	30,8	20,3	10,5	32,0	96,3	1,9
BI	103-130	не опр.	0,5	7,1	6,2	28,8	21,9	6,9	30,3	95,2	3,2
C	130-160	не опр.	0,1	7,1	6,0	28,0	20,6	7,4	30,9	90,5	2,8

Гранулометрический состав почв заповедника «Белогорье»

Обе почвы сформированы на однородной породе – бурых глинах. В глинах здесь заметно присутствие лессовой фракции.

Результаты определения гранулометрического состава пипет-методом приводятся в Приложении 7. Диаграммы профильного распределения фракций изображены на рис.13.

В серой метаморфической почве под лесом содержание лессовой фракции варьирует от 32 до 40 % с чёткой тенденцией уменьшения ее содержания вниз по профилю.

Содержание крупных фракций в обеих почвах не превышает 5%.

По содержанию физической глины профили характеризуются глинисто-тяжелосуглинистым составом.

Гранулометрический состав чернозема демонстрирует большую обогащенность илистой фракцией в прогумусированной части (особенно в верхнем гумусовом горизонте) по сравнению с серой метаморфической почвой. Сумма фракций ила и тонкой пыли, как и в целом сумма фракций, слагающих показатель «физическая глина», за счет илистой фракции также оказывается выше у чернозема. На это четко указывают кумулятивные кривые гумусовых горизонтов почв (Приложение 8).

Кумулятивные кривые породы обеих почв также указывают на доминирование тонких илистых и пылеватых фракций и проявляют большую схожесть в распределении фракций, чем в гумусовом горизонте (Приложение 8).

Некоторую неравномерность распределения фракций по профилю чернозема (рис.13), с большой долей вероятности, можно связать с процессами седиментации, имеющими место здесь в связи со склоновой позицией в рельефе (Лесовая, 2008).

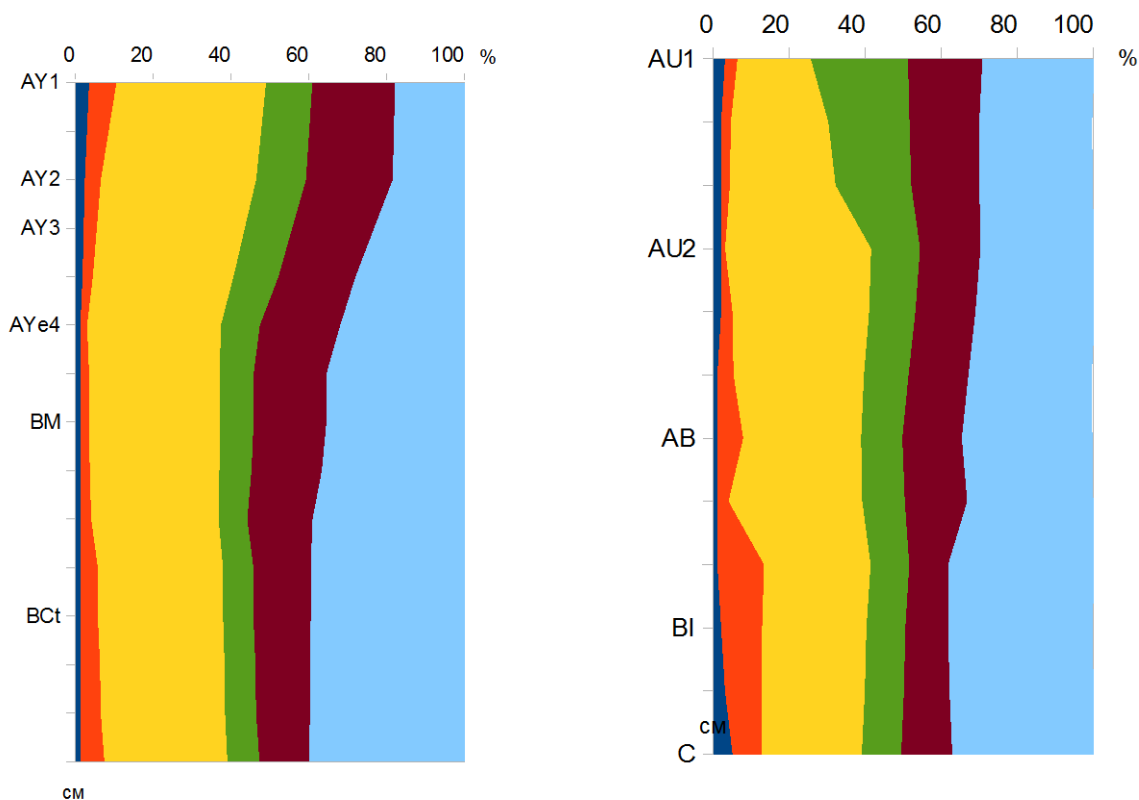


Рис.13. Диаграммы распределения фракций гранулометрического состава по профилю
Слева – серая метаморфическая; справа – чернозем глинисто-иллювиальный

Гумусовый профиль серой метаморфической почвы и чернозема

Гумусовые горизонты исследованных почв характеризуются высоким содержанием Сорг и его плавным профилем распределением.

Поступление растительных остатков высокой степени зольности, обогащенных азотом, тяжелосуглинистый-глинистый гранулометрический состав, близкая к нейтральной реакция среды, продолжительный период биологической активности – все эти факторы сказываются на повышении интенсивности и глубины процесса

гумификации, формированию гумуса гуматно-кальциевого состава (Пономарева, Плотникова, 1980).

В гумусовом профиле серой метаморфической почвы доминируют фракции ГК-2, связанные с кальцием. Причем здесь отмечается процесс перемещения этой фракции по профилю с максимальным накоплением в средней части.

Данные группового и фракционного состава гумуса и диаграмма гумусового профиля серой метаморфической почвы и приводятся в таблице 9 и на рис.14.

Таблица 9. Результаты определения фракционно-группового состава гумуса серой метаморфической почвы

горизонт	Глубина, см	Собщ, %	Фракционно-групповой состав гумуса, % (к массе навески/С общ почвы)								Сгк/Сфк	Сгк1/Сфк1	Сгк2/Сфк2
			ГК			ФК				Сост, %			
			I	II	Всего	Ia	I	II	Всего				
AY1	0-15	4,8	0,26	0,62	0,87	0,07	0,45	0,26	0,79	3,14	1,1	0,6	2,4
			5,3	12,9	18,2	1,6	9,5	5,4	16,4	65,4			
AY2	15-23	3,5	0,13	0,60	0,72	0,09	0,27	0,20	0,55	2,22	1,3	0,5	3,0
			3,7	17,0	20,7	2,5	7,7	5,7	15,8	63,5			
AY3	23-40	2,6	0,01	0,55	0,55	0,11	0,09	0,18	0,38	1,67	1,5	0,1	3,0
			0,3	21,0	21,3	4,1	3,5	7,1	14,6	64,1			
AYe4	40-55	1,8	0,00	0,32	0,33	0,09	0,05	0,23	0,37	1,10	0,9	0,0	1,4
			0,1	18,0	18,1	4,8	3,0	13,0	20,8	61,1			
BM	55-107	0,3	0,00	0,04	0,04	0,02	0,01	0,07	0,09	0,17	0,4	0,0	0,6
			0,0	13,6	13,6	6,3	1,8	22,9	30,9	55,5			
BCt	107-150	0,3	0,00	0,02	0,02	0,03	0,00	0,06	0,09	0,18	0,3	0,0	0,4
			0,0	7,8	7,8	10,6	0,3	19,9	30,8	61,4			

Содержание гуминовых кислот фракции ГК-1 в профиле серой метаморфической почвы невысоко (в AY1 5,3%) и в нижнем гумусовом горизонте AYe4 она уже практически не обнаруживается. Среди фульвокислот фракция ФК-1 доминирует в гумусовых горизонтах, а характер ее поведения в профиле демонстрирует сходство с ГК-1, при этом снижение ее по профилю более плавное.

Доля фракции ФК-1a в верхней части профиля еще более незначительна, но, будучи высокоподвижной, она проникает далеко вглубь, и ее содержание в горизонте BCt достигает уже 10,6% от Собщ.

Подобным образом ведут себя в профиле фракции гуминовых и фульвокислот, связанные с кальцием, они мигрируют вглубь профиля, а максимум их накопления приурочен к максимуму накопления в профиле илистой фракции (соответствует горизонту BM).

В целом для данной почвы характерен гумус гуматно-фульватного типа. Соотношения Сгк1/ Сфк1 и Сгк2/ Сфк2 свидетельствуют о том, что в почве выражены процессы полимеризации и усложнения структур ГК (Овчинникова, 2009).

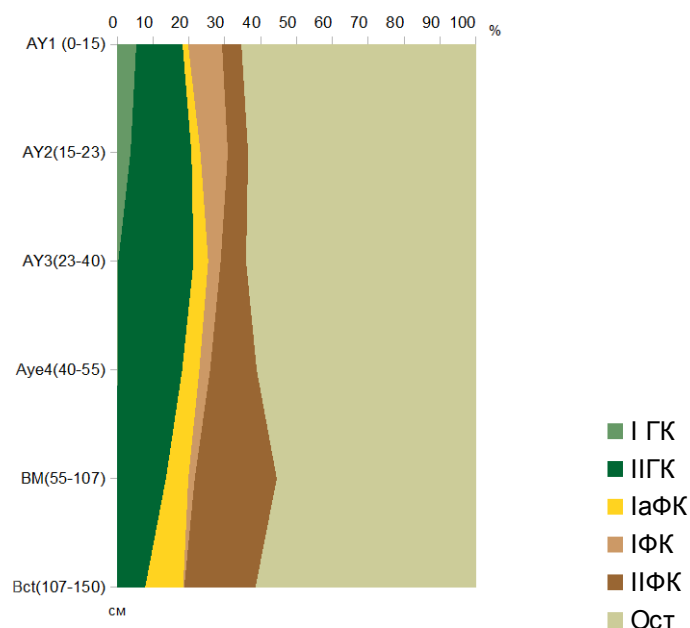


Рис.14. Графическое представление данных фракционно-группового состава серой метаморфической почвы

В гумусовом профиле чернозема также абсолютно доминируют фракция гуминовых кислот, связанная с кальцием, что является характерным признаком черноземного типа почвообразования (Орлов, 1990).

Относительно выражена в гумусовых горизонтах чернозема доля гуминовых кислот 1 фракции (ГК-1), при этом она демонстрирует убывающий характер распределения и ВІ ее уже не наблюдается.

Содержание в профиле подвижных фракций фульвокислот ФК-1а и ФК-1 незначительно.

Надо отметить достаточно ровное сохранение пропорций в распределении фракций гумусовых кислот в пределах горизонтов AU1 и AU2 (до 64 см). Затем, начиная со второй половины горизонта АВ, происходит изменение пропорции в сторону увеличения вклада фульвокислот, за счет фракции, связанной с кальцием, и уменьшения доли гуминовых кислот.

Данные фракционно-группового состава гумуса чернозема глинисто-иллювиального представлены в таблице 10.

Профильное распределение фракций показано на рис. 15.

Таблица 10. Фракционно-групповой состав гумуса чернозема глинисто-иллювиального

горизонт	Глубина, см	Собщ, %	Фракционно-групповой состав гумуса, % (к массе навески / С общ почвы)							С гк/ Сфк	Сгк1/ Сфк1	Сгк2/ Сфк2	
			ГК			ФК							Сост, %
			I	II	Всего	Ia	I	II	Всего				

горизонт	Глубина, см	Собщ, %	Фракционно-групповой состав гумуса, % (к массе навески / С общ почвы)								С гк/ Сфк	Сгк1/ Сфк1	Сгк2/ Сфк2
			ГК			ФК				Сост, %			
			I	II	Всего	Ia	I	II	Всего				
AU1	0-28	5,2	0,43	1,12	1,56	0,12	0,28	0,28	0,68	2,96	2,3	1,5	4,0
			8,3	21,6	29,9	2,3	5,4	5,4	13,1	57,0			
AU2	28-64	3,5	0,16	0,84	1,00	0,09	0,14	0,27	0,49	2,01	2,0	1,1	3,2
			4,5	24,0	28,5	2,5	3,9	7,6	14,0	57,5			
AB	64-80	1,6	0,04	0,43	0,48	0,04	0,06	0,16	0,26	0,86	1,9	0,7	2,7
			2,7	27,2	29,9	2,5	3,6	10,0	16,1	54,0			
AB	80-103	1,3	0,01	0,24	0,25	0,04	0,03	0,20	0,27	0,80	0,9	0,5	1,2
			1,1	18,0	19,1	3,0	2,4	14,8	20,2	60,7			
BI	103-130	0,5	0,00	0,07	0,07	0,02	0,01	0,08	0,11	0,32	0,7	0,0	0,9
			0,0	14,5	14,5	3,9	2,0	16,3	22,2	63,3			
C	130-160	0,1	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,03	0,07	0,2	0,0	0,2
			0,0	5,1	5,1	3,1	1,1	23,1	27,4	67,5			

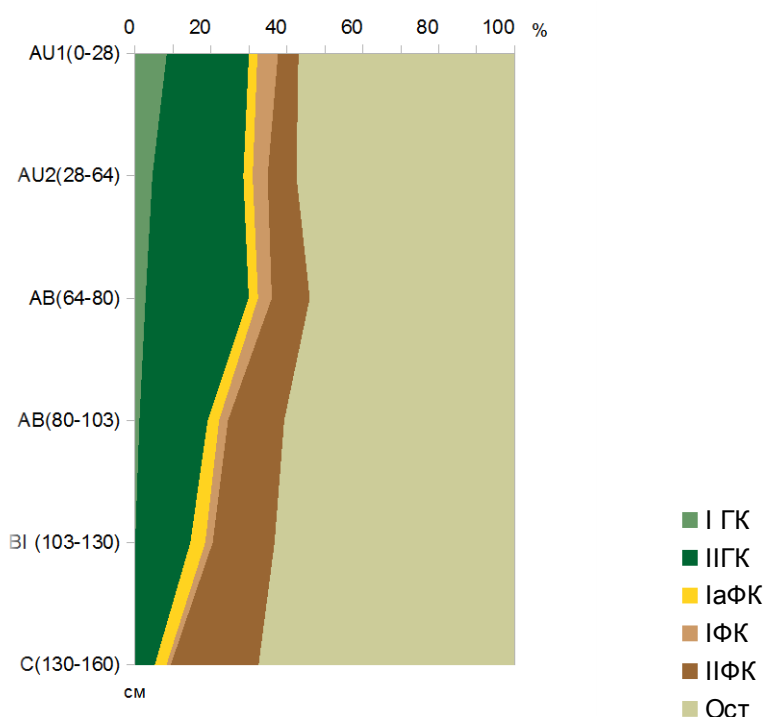


Рис. 15. Графическое представление данных фракционно-группового состава чернозема глинисто-иллювиального

Велика в составе гумуса обеих почв доля негидролизуемого остатка, что может быть связано как с тяжелым гранулометрическим составом и высоким содержанием илистой и предылистой фракций, так и с методикой экстрагирования.

В целом, для чернозема глинисто-иллювиального характерен гумус гуматного типа, а отношение $S_{гк2}/C_{фк2}$ шире, чем у серой метаморфической почвы (от 4,0 в AU1 до 2,7 в AB), что отражает еще большую глубину протекания процессов гумификации.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Дегумификация почвы в условиях лабораторного эксперимента позволила видоизменить свойства исследуемых почв и получить пары сравнения в виде исходных образцов и модифицированных, различающихся по содержанию органического вещества. Эти изменения стали причиной различий в выполнении почвой сорбционной функции по отношению к катионам и воде.

Удаление органического вещества из почвенных образцов проводилось путем химического окисления концентрированным раствором перекиси водорода. Такая процедура обеспечила значительное снижение Сорг относительно его содержания в исходных образцах. Остаточное содержание углерода контролировалось его определением по методу Тюрина.

Все полученные результаты обработаны с помощью методов статистики (Дмитриев, 1972; Статистическая обработка, 2009) в программе Excel и специализированной программе SPSS. Результаты статистической обработки приводятся в Приложениях 11, 12, 14, 15.

3.1 Оценка влияния органического вещества на сорбционную функцию по катионообменной способности

Как один из аспектов проявления сорбционной функции в почве в работе исследуется ее катионообменная способность.

Рассмотрим, как она изменилась относительно исходных образцов при удалении органического вещества.

Изменение емкости поглощения при удалении органического вещества

При сравнении показателей, характеризующих катионообменную способность исходных и дегумифицированных образцов, выявлены закономерные статистически достоверные уменьшения ЕКО в гумусово-аккумулятивных горизонтах почв естественных ценозов и окультуренном агродерново-элювоземе. Величины емкости поглощения в образцах до и после удаления ОВ представлены в табл. 11. Графическое представление об изменениях этого показателя после окисления образцов дает рис.16. Расчет достоверности различий ЕКО вследствие дегумификации приводится в Приложении 14.

Снижение показателя ЕКО в гумусовых горизонтах после удаления ОВ отмечается в интервале от 1,2 до 2,1 раза. Самое заметное снижение проявилось в горизонте АУ1 серой метаморфической почвы, наименее значительное в горизонте АЕL элювиально-метаморфической почвы. Относительное изменение величины ЕКО в этих горизонтах показывает тесную линейную корреляционную взаимосвязь с

содержанием Сорг в этих горизонтах (рис. 16, расчет коэффициента корреляции - Приложение 14). Так хорошо известно, что в обогащенных гумусом горизонтах почв величина ЕКО обусловлена в значительной мере органическим веществом и при содержании гумуса около 5-6 % на его долю приходится 30-60 % ЕКО (Орлов, 1985).

Таблица 11. Сравнение показателей физико-химических свойств исходных и модифицированных образцов

Наименование почвы	горизонт	глубина, см	С, %	Сост, %	ЕКО, м-экв/100 г почвы		Обменные основания, м-экв/100 г почвы					
							(Ca2+, Mg2+)	Ca2+	Mg2+	(Ca2+, Mg2+)	Ca2+	Mg2+
					до обработки Н ₂ O ₂	после обработки Н ₂ O ₂	до обработки Н2O2			после обработки Н ₂ O ₂		
Почвы Санкт-Петербурга												
Дерново-подзолистая урбистратифицированная легкосуглинистая на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	AY1ur	0-5	5,9	1,1	19,7	23,0	14,6	9,1	5,5	16	9	7
	AY1ur	5-16	2,8	0,6	17,7	20,0	12,5	7,7	4,8	15,0	5,5	9,5
	AY2ur	16 - 28	0,7	0,2	12,6	14,0	7,0	5,0	2	10	5	5
	EL	28 - 44	0,3	0,0	7,1	6,0	3,5	2,5	1	5	2	3
	BEL	44 - 58	0,3	0,0	18,4	21,0	16,1	6,6	9,5	17	11	6
	BT	58 - 66	0,2	0,0	19,7	22,0	17,6	7,4	10,2	18,1	9	9,1
Урбиквазем легкосуглинистый	C	66 - 83	0,2	0,1	20,4	28,0	18,6	6,9	11,7	23,0	10,5	12,5
	AY1ur	0-5	3,6	1,3	20,2	27,9	19,6	15,0	4,6	18,0	10,0	8,0
AY2ur	5-10	3,4	1,1	19,1	24,0	18,0	12,5	5,5	16,0	7,0	9,0	
Почвы Тосненского района Ленинградской области												
Элювиально- метаморфическая глинисто- иллювирированная глееватая на ленточных глинах, подстилаемая озерными супесями	AEL	0-5	2,6	0,4	11,0	9,0	8,3	5,3	3,0	4,0	1,0	3,0
	EL	5_17	0,9	0,1	6,0	5,0	3,3	1,8	1,5	4	2	2,0
	BEL	17-37	0,5	0,2	14,0	16,2	11,9	6,3	5,6	12	8	4,0
	BMt,g	37-69	0,4	0,2	22,0	24,0	18,0	10,2	7,8	18,5	12,1	6,4
	BCg	69-90	0,4	0,1	21,8	26,0	19,8	8,8	11,0	22,6	10,4	12,2
	Cg	90-110	0,4	0,1	24,0	28,0	23,5	11,0	12,5	27,0	13,0	14,0
	Dg	110-130	0,3	0,0	6,4	8,0	5,6	0,5	5,1	6,0	2,0	4,0
Агродерново-элювозем глубокопахотный среднесуглинистый глееватый на озерно- ледниковых (ленточных) глинах	P1	0-24	5,8	0,9	23,5	13,3	20,2	17,9	2,3	13,0	8,0	5,0
	P2	24-43	4,3	0,2	20,4	15,0	18,3	13,5	4,8	13	9	4,0
	Elg	43-52	0,7	0	11,9	12,7	9,0	7,3	1,8	10	6	4,0
	Cg	52-100	0,2	0,1	17,8	23,3	16,5	3,0	13,5	17,5	8,0	9,5
Почвы заповедника «Белогорье»												
Серая метаморфическая типичная среднемощная тяжелосуглинистая на бурых глинах	AY1	0-15	4,8	0,9	43,3	21,1	40,5	38,2	2,3	17,0	13,0	4,0
	AY2	15-23	3,5	0,8	36,8	25,8	33,6	31,3	2,3	15,0	9,0	6,0
	AY3	23-40	2,6	0,5	35,0	32,0	32,7	29,0	3,7	23,0	15,5	7,5
	AYe4	40 -55	1,8	0,3	34,0	33,3	31,3	28,5	2,8	25,0	18,0	7,0

Наименование почвы	горизонт	глубина, см	С, %	Сост, %	ЕКО, м-экв/100 г почвы		Обменные основания, м-экв/100 г почвы					
							(Са2+, Mg2+)	Са2+	Mg2+	(Са2+, Mg2+)	Са2+	Mg2+
					до обработки Н ₂ О ₂	после обработки Н ₂ О ₂	до обработки Н ₂ О ₂			после обработки Н ₂ О ₂		
Чернозём глинисто- иллювиальный мощный типичный глинистый на бурых глинах	BM	55 -107	0,3	0,2	32,6	40,0	28,8	24,4	4,4	31	25	6,0
	BCt	107-150	0,3	0,1	33,0	42,2	29,4	24,4	5,1	30,0	24,0	6,0
	AU1	0-28	3,6	1,1	39,0	24,8	37,0	31,7	5,3	15,5	10,1	5,4
	AU2	28-64	2,5	0,8	37,0	25,8	35,6	32,0	3,6	17,6	9,7	7,9
	AB	64-80	1,6	0,5	33,6	32,0	32,2	24,1	8,1	25	15	10
		80-103	1,3	0,4	32,0	30,0	30,8	20,3	10,5	23	16	7
	BI	103-130	0,5	0,3	30,3	31,0	28,8	21,9	6,9	24	19	5
	C	130-160	0,1	0,0	30,9	35,4	28,0	20,6	7,4	28	23	5

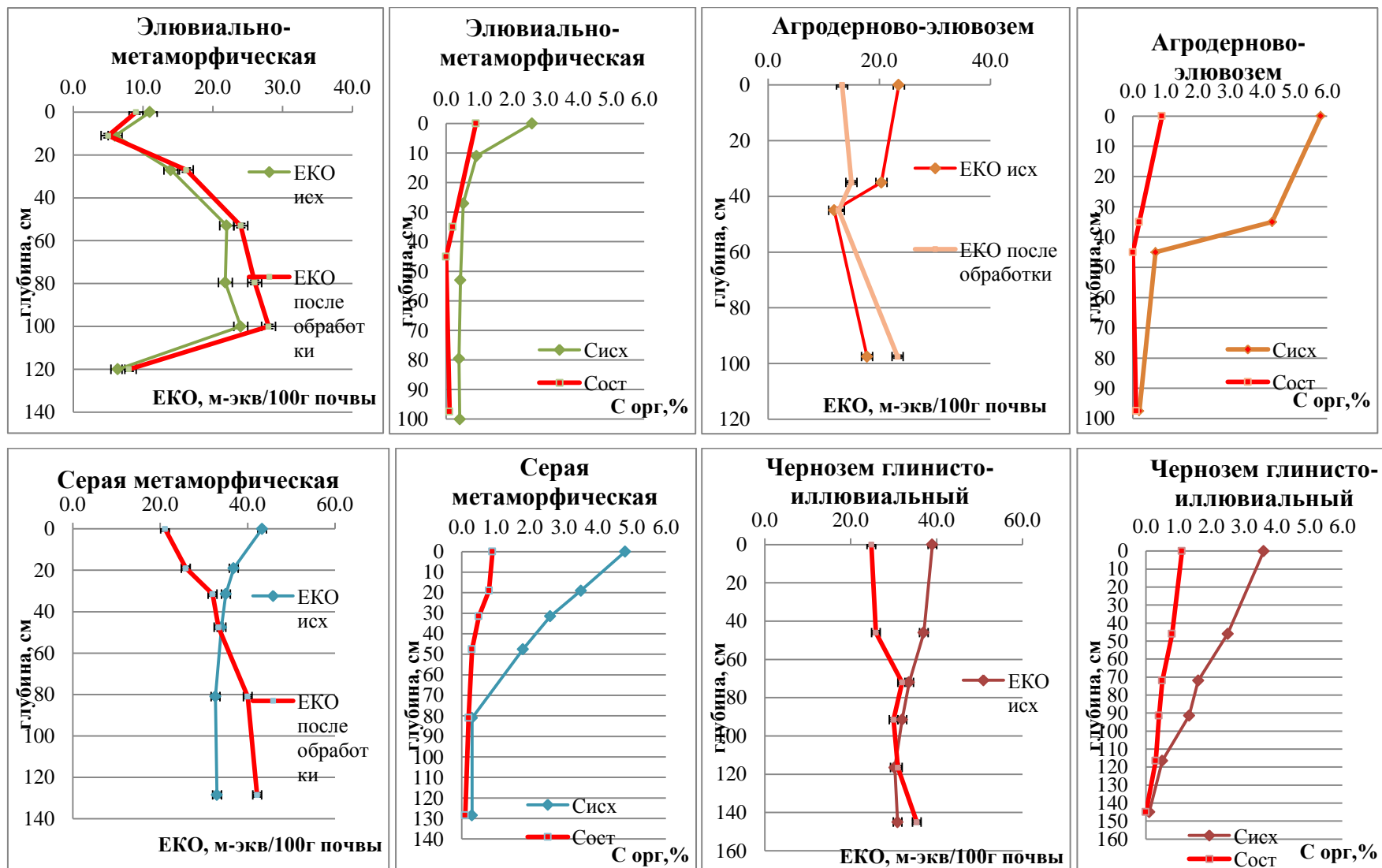


Рис.16. Изменение ЕКО и Сорг в исходных и модифицированных образцах элювиально-метаморфической почвы, агродерново-элювозема, серой метаморфической почвы, чернозема глинисто-иллювиального

Таким закономерностям оказались не подвержены образцы из гумусово-аккумулятивных горизонтов городских почв (табл. 11, рис. 17). В данном случае наблюдается тенденция увеличения ЕКО в образцах верхних горизонтов, окисленных с помощью перекиси водорода, относительно исходных образцов. При достаточно высоком содержании Сорг данный эффект может рассматриваться в связи с составом органического вещества городских почв. Как было показано в работах исследователей городских почв (литературный обзор по данной проблеме приведен в статье Водяницкого (Водяницкий, 2015)), оно во многом представлено инертным пулом углерода техногенного происхождения, проявляющем достаточно низкую активность в отношении обмена катионов, а активность функциональных групп истинно гумусовых соединений в этих почвах также снижена. Здесь имеется в виду, что доминирующую роль в ионном обмене играют гуминовые кислоты, у которых выражены гидрофильные компоненты (преобладают карбоксильные группы), а в случае городских почв в групповом и фракционном составе их содержание невелико (табл. 3 в разделе 2). Кроме того, вследствие высокого уровня техногенной нагрузки, гуминовые кислоты активно задействованы в комплексообразовании с тяжелыми металлами, что может приводить к усилению степени их гидрофобизации и снижению доли их участия в обмене катионов (Мухаммад Д.Х., 2009).

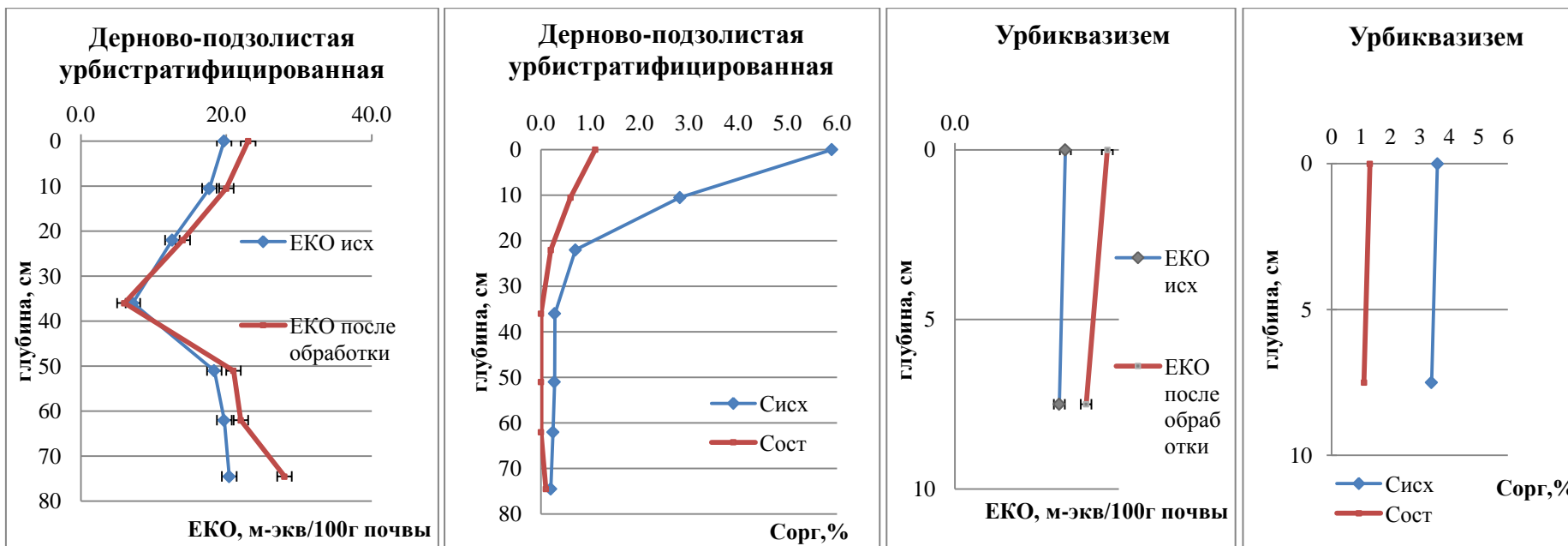


Рис. 17. Изменение ЕКО и Сорб в исходных и модифицированных образцах дерново-подзолистой урбистратифицированной почвы и урбиквазизема

Необходимо отметить, что при переходе от гумусово-аккумулятивных к минеральным безгумусовым горизонтам наблюдается обратный эффект. Так в минеральных горизонтах всех исследуемых почв наблюдается увеличение емкости поглощения в отношении катионов.

Увеличение показателя ЕКО при удалении органического вещества с помощью перекиси водорода в данном случае может быть объяснено с позиций структурно-геометрических условий образования органо-минеральных соединений, то есть межслоевых расстояний в минералах, формой и размером молекул гумусовых кислот.

Работами ряда авторов показано, что гуминовые и фульвокислоты поглощаются практически только экстраламеллярно, то есть на поверхности минералов. Проникновение их в межслоевые пространства набухающих минералов (монтмориллонит, вермикулит) маловероятно из-за больших размеров молекул гумусовых кислот и незначительной толщины межслоевых пространств (Горбунов, 1974, 1976; Орлов, 1974). То есть произвольное, неориентированное проникновение их в межплоскостные пространства исключено. Наиболее вероятно, что в межплоскостные промежутки входят только концы боковых цепей гумусовых кислот, образуя прочные минерало-органические соединения. Из этих представлений следует, что гумусовые кислоты и продукты их частичной деструкции, присутствуя даже в незначительных количествах в минеральных горизонтах, закрывают входы в межслоевые пространства, способствуя частичному снижению исходной катионообменной способности минералов. При этом молекулы гуминовой кислоты располагаются мозаично на наиболее активных местах и не мешают проникновению в интерламеллярные положения катионов для остальной поверхности (Горбунов, Орлов, 1977). Естественно, что при удалении органического вещества с поверхности минералов, будут открыты дополнительные обменные позиции, что и демонстрируют величины ЕКО в модифицированных образцах минеральных горизонтов (рис.16, 17, табл. 11). Степень увеличения емкости поглощения в этом случае будет зависеть от особенностей кристаллической решетки, характерных для того или иного вида глинистых минералов.

Влияние удаления органического вещества на сумму и состав обменных катионов

Количественный химический анализ изменений в составе оснований почвенного поглощающего комплекса обнаружил те же тенденции, что и емкость поглощения. Во всех почвах, за исключением дерново-подзолистой урбистратифицированной почвы и урбиквазизема, произошло уменьшение абсолютных величин суммы оснований и кальция в образцах гумусовых горизонтов после их химического окисления. Вероятно, кальций, присутствующий в ППК исходных образцов в форме комплексов с компонентами гумуса и активно участвующий до этого в реакциях ионного обмена, после удаления ОВ более прочно закрепляется минеральными компонентами и переходит в вытяжку в меньшем количестве, о чем свидетельствуют результаты комплексонометрического титрования.

Значительные изменения в сторону уменьшения обменного кальция произошли в образцах почв степной зоны, а также в пахотном горизонте агродерново-элювозема, чей почвенный поглощающий комплекс насыщен кальцием, связанным с органическим веществом (табл. 11, рис. 18). Это еще раз подтверждает высокое сродство катионов кальция с почвенным органическим веществом.

Для объектов, представленных городскими почвами, несмотря на высокое значение Сорг в гумусовом горизонте, в урбиквазиземе наблюдается незначительное уменьшение суммы оснований и доли кальция в составе обменных катионов при окислении органического вещества перекисью, а в дерново-подзолистой урбистратифицированной почве даже небольшое увеличение по сравнению с исходной почвой. Это обстоятельство может быть объяснимо теми же причинами, что и факт увеличения в них общей емкости поглощения при окислении, то есть низкой активностью органического вещества почв в отношении проявления органоминеральных взаимодействий по причинам описанным выше.

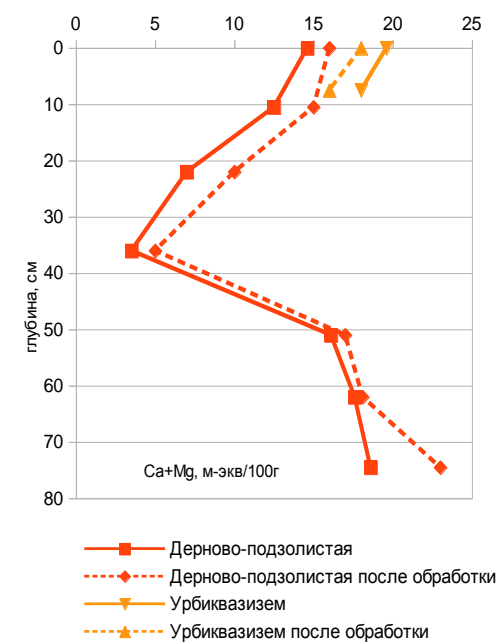
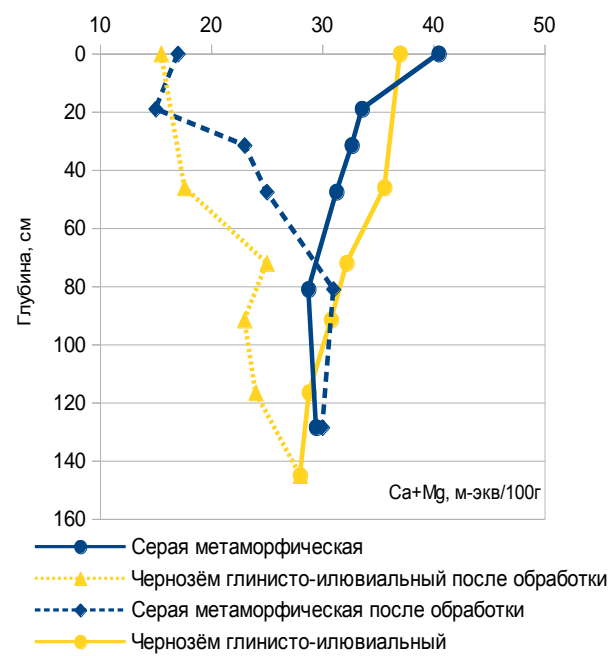
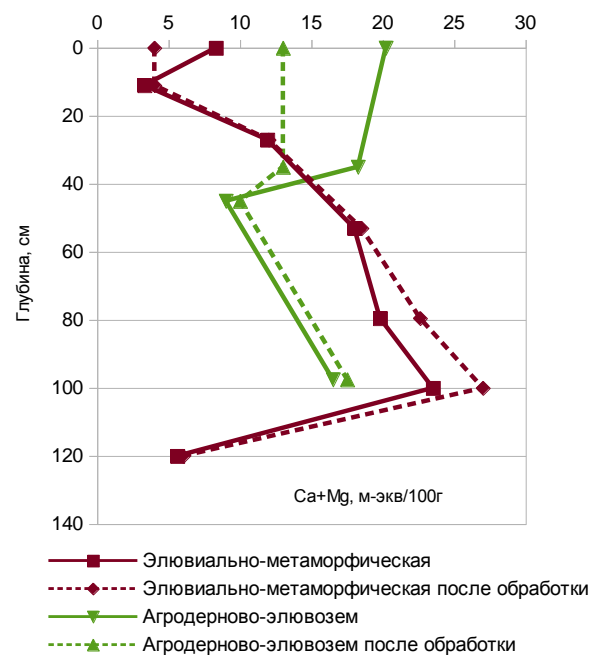


Рис.18. Изменение суммы оснований в исходных и модифицированных образцах (по профилю)

В связи с уменьшением доли кальция в составе обменных катионов ППК модифицированных образцов в нем выросла относительная доля магния. Перераспределение в составе обменных оснований характеризует показатель $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$, изменение этого показателя по профилю после окисления исходных образцов наглядно изображено на рис. 19.

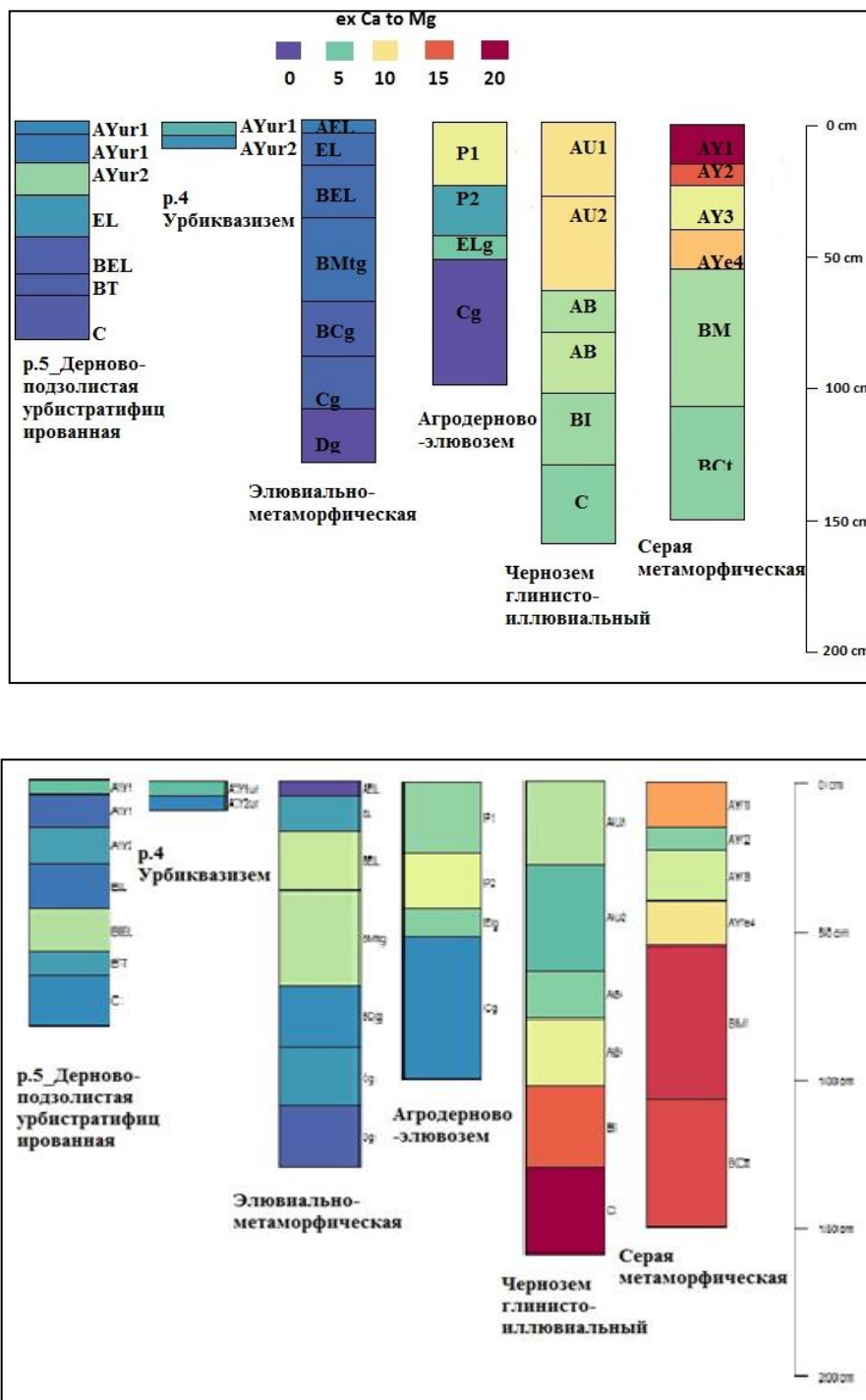


Рис. 19.Изменение показателя $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ в исходных и модифицированных образцах (по профилю)

Для всех почв, за исключением городских, в подтверждение вклада органического вещества в процессы регулирования состава обменных катионов и их

закрепления выполнено сравнение выборок из исходных и модифицированных образцов и установлено статистически достоверное уменьшение показателей ЕКО, суммы оснований, в том числе отдельно доли кальция, и показателя $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ в результате дегумификации. Сравнение выборок по Т-критерию приводится в Приложении 14. Также методом частных корреляций при исключении параметров гранулометрического состава установлена высокая корреляционная зависимость между всеми перечисленными выше показателями и Сорг. Расчет коэффициента корреляции выполнен в Приложении 14.

Надо отметить, что емкость поглощения является интегральным показателем проявления сорбционной функции и будет зависеть от многих условий, которые уже перечислялись в главе 1. Тем не менее, в данном случае оказалось возможным вывести для показателя ЕКО уравнение регрессии, где в качестве переменных выступают содержание илистой фракции и Сорг (Приложение 14).

Вклад ОВ в сорбционную функцию в отношении катионов макроэлементов может быть количественно оценен по относительному изменению ЕКО в образцах гумусовых горизонтов до и после гумификации, характеризуемому показателями $\text{ЕКО}_{\text{исх}}/\text{ЕКО}_{\text{после обработки}}$. Этот показатель проявляет тесную линейную корреляционную взаимосвязь с Сорг (в выборке не участвуют гумусовые горизонты городских почв). На рис. 20 приводится соответствующий график зависимости.

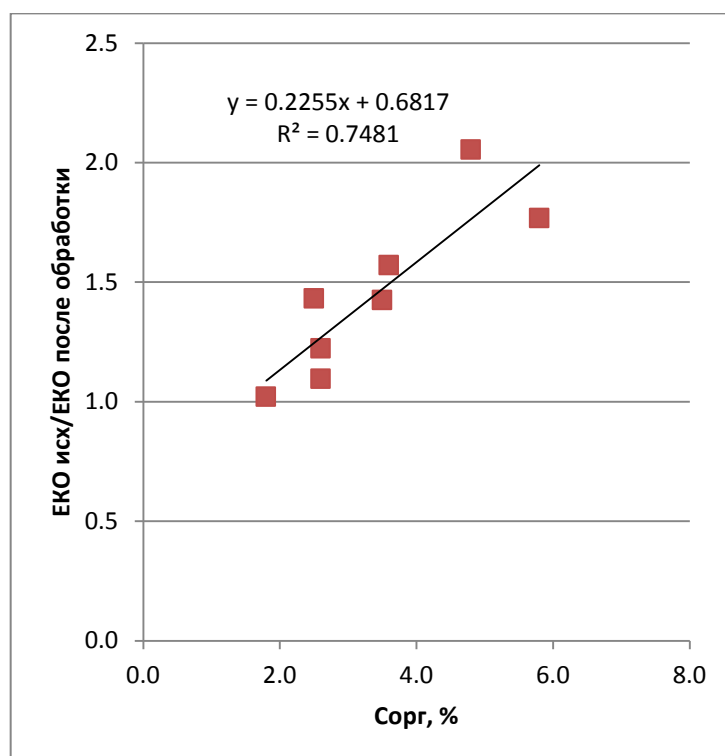


Рис. 20. График зависимости $\text{ЕКО}_{\text{исх}}/\text{ЕКО}_{\text{после обработки}}$ от Сорг

3.2 Значение органического вещества для сорбционной функции по отношению к воде

Изотермы десорбции и адсорбции водяного пара исходных и дегумифицированных образцов были получены гигроскопическим методом при температуре 20°C выдерживанием в вакуумном эксикаторе над насыщенными растворами солей. Каждая кривая определялась по 7 экспериментальным точкам.

Равновесные влажности, полученные гигроскопическим методом в трех повторностях, были обработаны с помощью приема статистического преобразования экспериментальных дат, так называемого преобразования Фишера (Статистическая обработка, 2009). Результаты определения равновесной влажности приводятся в Приложении 11.

Кривые сорбции, построенные для исходных образцов гумусовых горизонтов в пределах отдельно взятой почвы, изображенные на рисунках 21-23, демонстрируют схожесть своего поведения и местоположения в координатах $P/P_0 - W_p$, что указывает на их однородность в отношении способности к влагоудерживанию-влагоотдаче в гигроскопической области влажности гумусовых горизонтов. Колебания кривых внутри всей гумусово-аккумулятивной части профиля, выделяемой отдельными горизонтами, находятся в пределах ошибки метода. Очевидно, вариации по содержанию органического вещества в пределах прогумусированной толщи отдельного профиля не оказывают значимого влияния на смещение кривых.

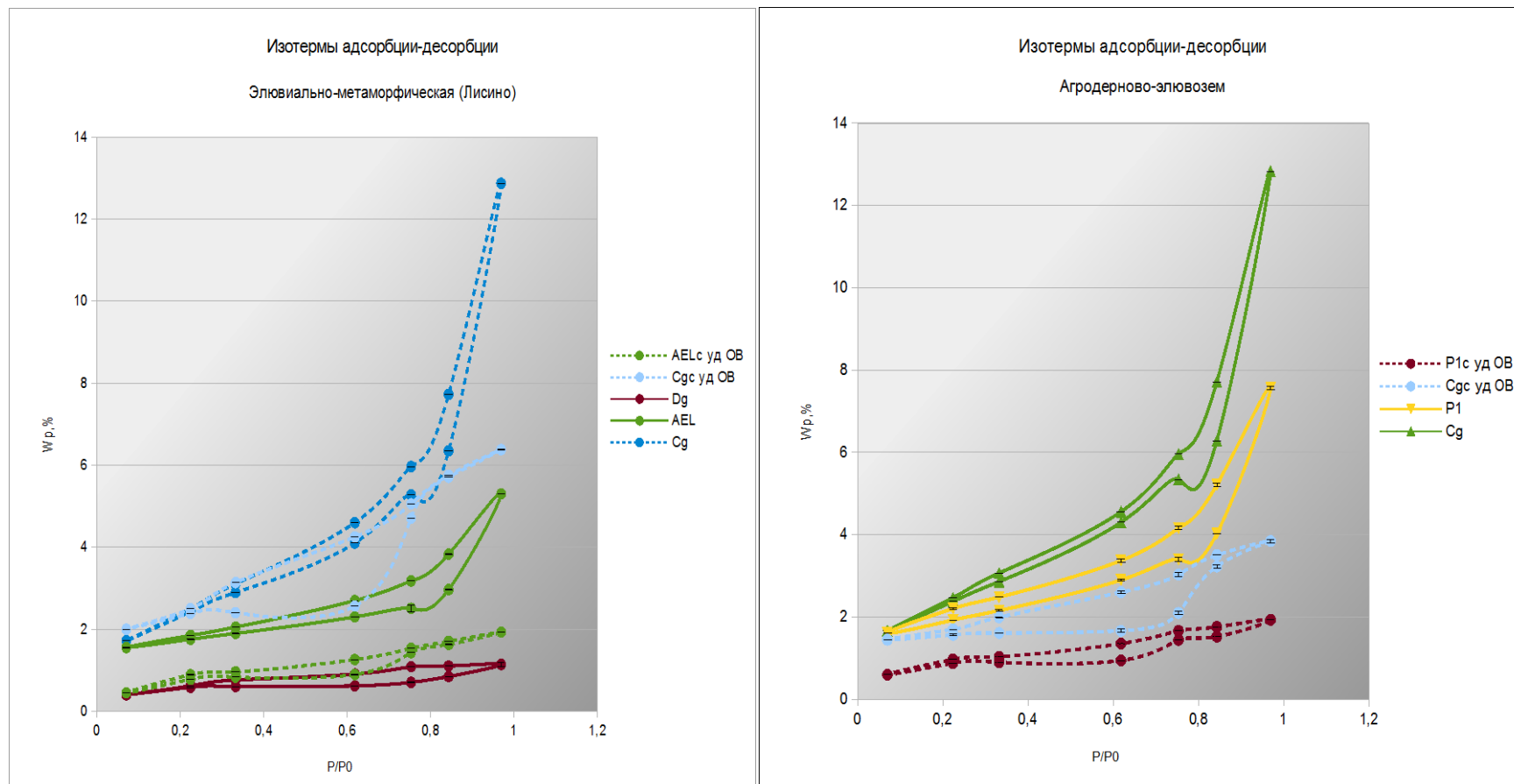


Рис. 21. Изоотермы адсорбции-десорбции исходных и дегумифицированных образцов элювиально-метаморфической почвы и агродерново-элювозема

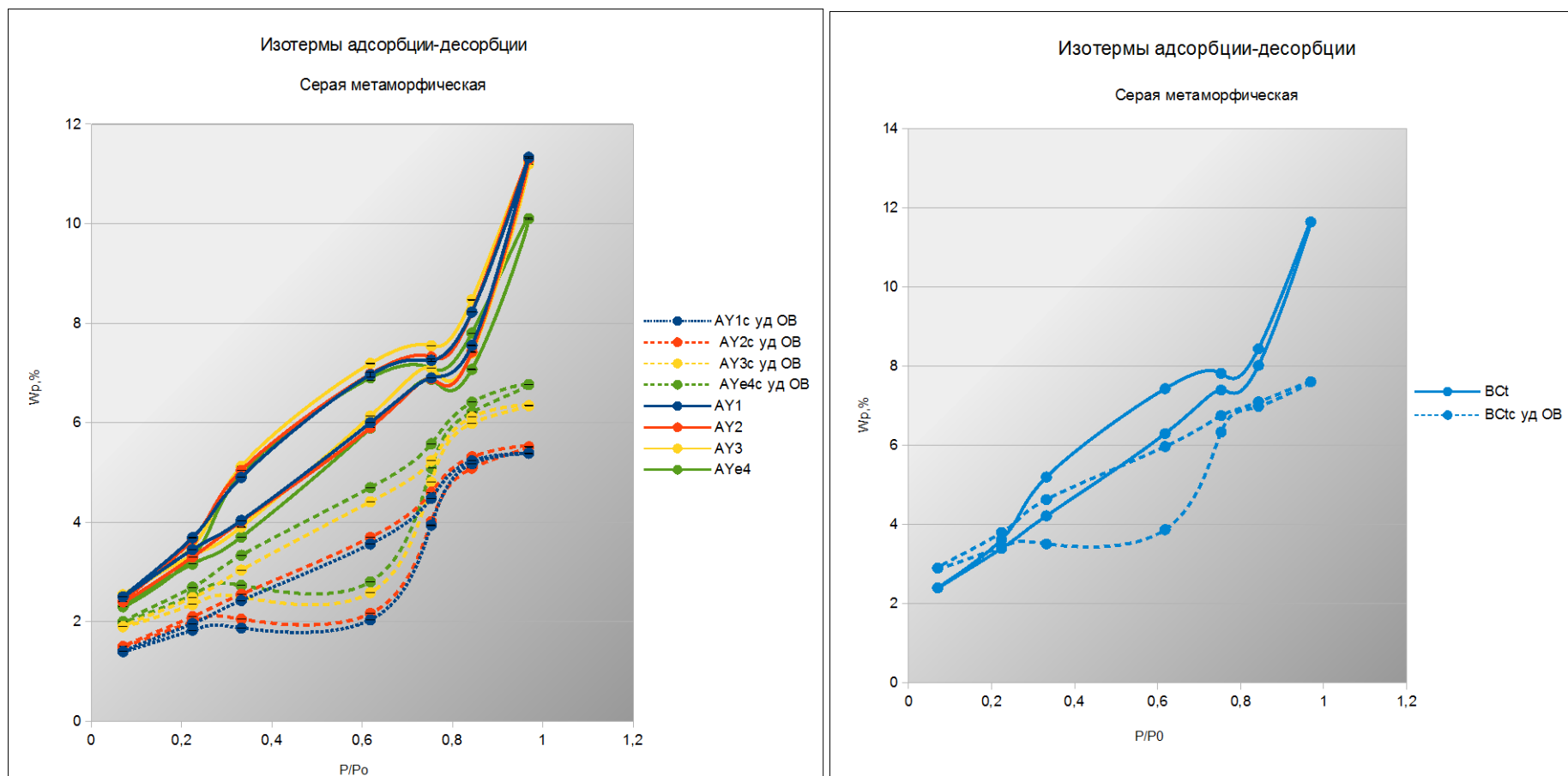


Рис. 22. Изотермы адсорбции-десорбции исходных и дегумифицированных образцов серой метаморфической почвы (слева - гумусовые горизонты, справа – минеральные)

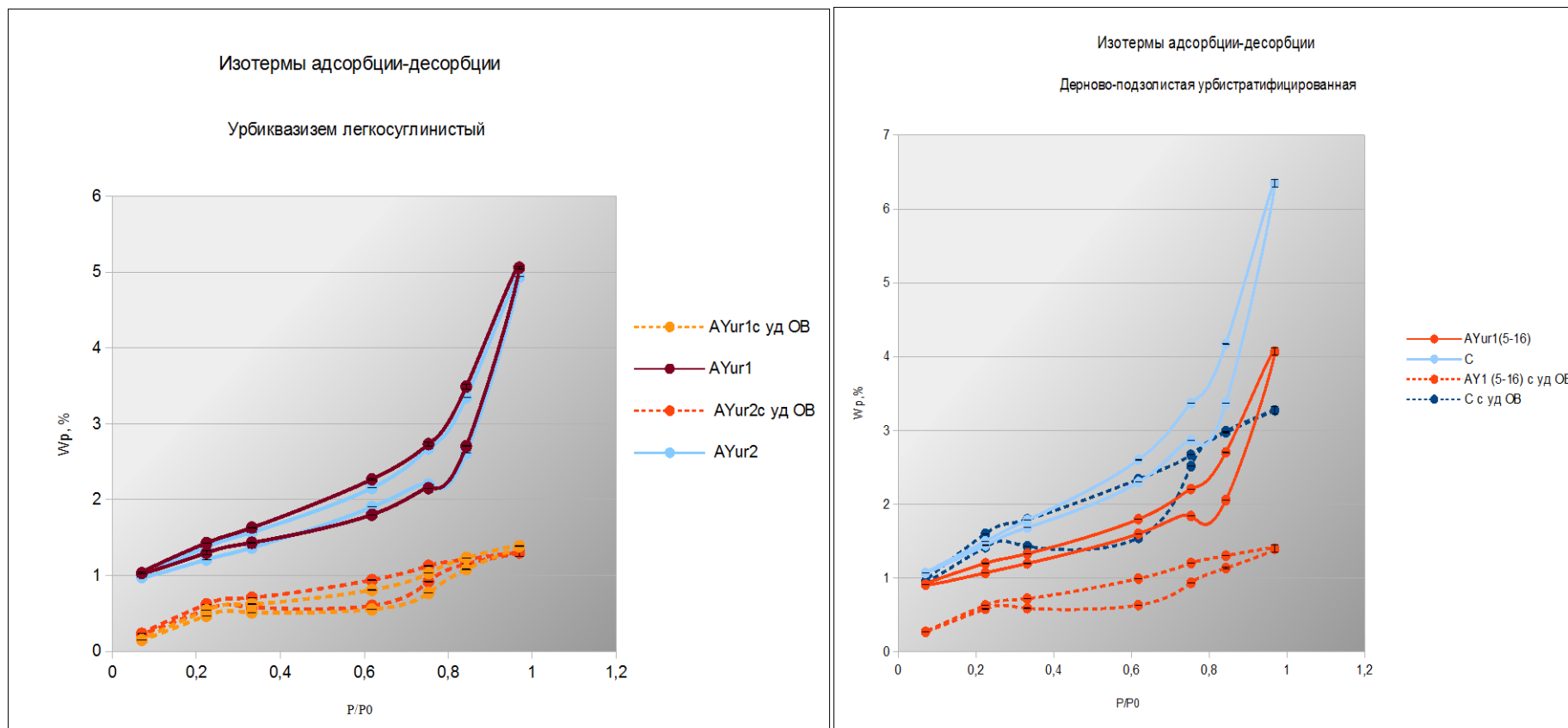


Рис. 23. Изотермы адсорбции-десорбции исходных и дегумифицированных образцов урбиквазизема и дерново-подзолистой урбистратифицированной почвы

Сравнивая изотермы гумусово-аккумулятивных горизонтов и почвообразующей породы, можно заключить, что водоудерживающая способность минеральных горизонтов проявляется сильнее. Кривые безгумусовых горизонтов почвообразующей породы расположены выше кривых гумусовых горизонтов, как например, изображенная на рис.21 изотерма адсорбции-десорбции ленточной глины элювиально-метаморфической почвы, что обусловлено их более тяжелым гранулометрическим составом по сравнению с верхними горизонтами. Но одновременно с лучшей водоудерживающей способностью глины обладают крайне низкой водопроницаемостью, что нередко приводит к созданию зон повышенной аккумуляции влаги и проявлению гидроморфизма. Процессы оструктурирования, происходящие в верхних аккумулятивных горизонтах почвы за счет органического вещества, нивелируют такие неблагоприятные особенности почвообразующей породы.

Только для гумусово-аккумулятивных горизонтов чернозема и серой метаморфической почвы они практически совпадают, несмотря на утяжеление гранулометрического состава в породе. Это обусловлено прямым вкладом органического вещества в водоудерживающую способность.

По своей форме изотермы адсорбции всех исходных образцов в соответствии с классификацией типов изотерм Грега и Синга могут быть отнесены к типу IV (Грег, Синг, 1984) или S-типу (Брунауэр, 1948). Такая изотерма ассоциируется с капиллярной конденсацией в мезопорах; на изотермах наблюдается характерная петля гистерезиса (Измерение площади поверхности, 2006).

На изотермах всех исследованных образцов выделяются сингулярная точка А в области P/P_0 0,3-0,4, которая связывается с моментом завершения образования адсорбционного слоя и начала формирования адсорбционной пленки – граница применимости уравнения БЭТ (Брунауэр, 1948 цит. по: Теории и методы, 2007), сингулярная точка В, где заканчивается формирование адсорбционной пленки (взаимодействие адсорбат-адсорбент) и начинается капиллярная конденсация (взаимодействие адсорбат-адсорбат) и точка С, которая ассоциируется с максимальной гигроскопической влажностью (WMC) при P/P_0 0,98 (Харитонов, Витязев, 2000).

Анализируя полученные кривые адсорбции-десорбции гумусовых горизонтов в сравнении исходных и дегумифицированных почв, необходимо отметить общий значительный сдвиг циклической изотермы в область меньших влажностей, что говорит о резком снижении способности дегумифицированных почв к адсорбции водяного пара во всей гигроскопической области влажности. Модифицированные образцы минеральных горизонтов такого четко выраженного сдвига не демонстрируют.

Существенное различие в исходных и дегумифицированных образцах наблюдается на участке изотермы, ассоциирующемся с началом капиллярной конденсации. Для исходных образцов капиллярная конденсация в мезопорах графически проявляется в увеличении крутизны при повышенном относительном давлении, в химически же окисленных образцах кривая приобретает в этой области пологий характер, что говорит о резком снижении способности почвы фиксировать влагу. На рис. 21, изображающем изотермы адсорбции-десорбции горизонтов элювиально-метаморфической почвы, наглядно показано, что удаление ОБ из горизонта AEL способствовало трансформации его водоудерживающей способности до уровня грубодисперсной подстилающей породы Dg.

Аналогичные данные были получены другими исследователями при изучении поведения основной гидрофизической характеристики (ОГХ) в вариантах исходных и дегумифицированных образцов. В исследованиях показано увеличение водоудержания и влагопроводящей способности при уравниваемых параметрах гранулометрического состава с увеличением содержания ОБ и выведены уравнения регрессии кривой влагоудержания, где в качестве одного из параметров выступает содержание органического вещества (Shirazi, Boersma, Hart, 1998; Saxton, Rawls, 2006).

«Провисание» адсорбционной ветви изотермы относительно оси ординат во всех образцах с удаленным органическим веществом и изменение формы петли гистерезиса говорит о смене характера порового пространства и увеличении степени геометрической и энергетической неоднородности твердого компонента почвы (Воронин, 1980). Кривая адсорбции начинает больше напоминать изотерму адсорбции типа II (Грег, Синг, 1984), характерную для непористых сорбентов. В гумусовых горизонтах это может быть обусловлено нарушением структуры в связи с удалением органического вещества, а в минеральных - разрушением железистой цементации, приводящей к дезагрегации элементарных почвенных частиц (Смагин с соавт., 2004).

Таким образом, приведенные на рис. 21-23 изотермы, наглядно демонстрируют вклад ОБ в изменение физического состояния почвы и ее педотрансферной функции (в гигроскопической области влажности). Количественно вклад ОБ в сорбционную способность почвы по отношению к воде зафиксирован статистически достоверным уменьшением величин равновесной влажности при удалении органического вещества во всем диапазоне низких относительных давлений (Приложение 14).

Рассмотренные в нашем случае почвы все имеют тяжелый состав почвообразующей породы. Это определяет в них изначально высокий уровень водоудерживающей способности на протяжении всей почвенной толщи. Поэтому

влияние ОВ на водоудерживающую способность тонкодисперсных минеральных почв направлено, в первую очередь, на улучшение проницаемости пористой среды при сохранении хорошей водоудерживающей и поглотительной способности, что достигается посредством образования агрегатной структуры (Смагин с соавт., 2004).

3.3 Удельная поверхность как суммарный показатель проявления сорбционной функции

Данные для расчета удельной поверхности были получены путем снятия изотерм десорбции воды (Воронин, Витязев, 1971; Методические указания, 1990).

Величины полной удельной поверхности в исходных и дегумифицированных образцах гумусовых и минеральных горизонтов приводятся в таблицах 12 и 13 соответственно.

Результаты изменения внешней и внутренней поверхностей приводятся в Приложении 10.

Значения удельной поверхности во всех гумусовых горизонтах не достигают величин удельной поверхности соответствующих минеральных горизонтов, такое различие в удельной поверхности появляется по причине облегчения гранулометрического состава в верхней части профиля. И только в наиболее богатых гумусом почвах, почвенный поглощающий комплекс которых насыщен основаниями, это различие в значительной степени стирается. Так величины S_o в черноземе и серой метаморфической почвах практически достигают значений S_o в соответствующих горизонтах почвообразующей породы.

Таблица 12. Результаты изменения полной удельной поверхности в образцах гумусовых горизонтов

Разрез	Горизонт	C, %	Сост, %	S_o до обработки, м ² /г	S_o после обработки, м ² /г	S_o до/ S_o после
Дерново-подзолистая урбистратифицированная легкосуглинистая на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	AYur1(5-16)	5,9	1,1	29,0	21,5	1,3
Урбиквазизем легкосуглинистый	AYur1	3,6	1,3	35,1	24,9	1,4
	AYur2	3,4	1,1	33,4	22,7	1,5
Элювиально-метаморфическая глинисто-иллювирированная глееватая на ленточных глинах, подстилаемая озерными супесями	AEL	2,6	0,4	45,5	26,5	1,7
Агродерново-элювозем глубокопахотный среднесуглинистый глееватый на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	P1	5,8	0,9	52,4	26,8	2,0
Серая метаморфическая типичная среднемощная тяжелосуглинистая на бурых глинах	AY1	4,8	0,9	101,1	61,3	1,6
	AY2	3,5	0,8	100,9	64,4	1,6
	AY3	2,6	0,5	101,7	75,4	1,3
	AYe4	1,8	0,3	92,7	83,5	1,1
Чернозём глинисто-иллювиальный	AU1	3,6	1,1	98,1	73,9	1,3

Разрез	Горизонт	C, %	Сост, %	So до обработки, м ² /г	So после обработки, м ² /г	So до/ So после
мощный типичный глинистый на бурых глинах	AU2	2,5	0,8	101,0	89,1	1,1

Таблица 13. Результаты изменения полной удельной поверхности в образцах минеральных горизонтов

Разрез	Горизонт	C, %	Сост, %	So, м ² /г	So после обработки, м ² /г	So / So после
Дерново-подзолистая урбистратифицированная легкосуглинистая на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	C	0,2	0,1	42,0	47,2	0,9
Элювиально-метаморфическая глинисто-иллювирированная глееватая на ленточных глинах, подстилаемая озерными супесями	Cg	0,4	0,1	73,2	77,3	0,9
Агродерново-элювозем глубокопахотный среднесуглинистый глееватый на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	Cg	0,2	0,1	72,5	78,3	0,9
Серая метаморфическая типичная среднесуглинистая на бурых глинах	BCt	0,3	0,1	107,1	115,2	0,9
Чернозём глинисто-иллювиальный мощный типичный глинистый на бурых глинах	C	0,1	0,0	115,0	114,0	1,0

Величины удельной поверхности, определенные в гумусовых горизонтах всех образцов до и после обработки, свидетельствуют о статистически достоверном снижении величины полной удельной поверхности вследствие дегумификации (Приложение 14).

Здесь хочется отметить низкие исходные величины удельной поверхности в гумусовых горизонтах городских почв, что может быть обусловлено более легким гранулометрическим составом по сравнению с остальными почвами. При этом здесь, наряду с почвами естественных ценозов, фиксируется снижение удельной поверхности после обработки перекисью (в 1,3 раза в образцах дерново-подзолистой урбистратифицированной почвы и 1,4 раза в урбиквиземе, аналогичные изменения отмечаются, например, у чернозема). Таким образом, можно сделать вывод, что органическое вещество этих почв принимает участие в реализации механизма физической адсорбции, в отличие от реакций ионного обмена, количественной мерой протекания которых служит показатель емкости поглощения.

Увеличение удельной поверхности в минеральных горизонтах после дегумификации, вероятно, обусловлено теми же причинами, что и увеличение показателя ЕКО, а именно перекрытием участков возможного вхождения молекул воды

в межплоскостные пространства решеток минералов молекулами гумусовых кислот и открытием дополнительных посадочных площадок после их удаления.

Уменьшение полной удельной поверхности происходит преимущественно за счет уменьшения внешней удельной поверхности. Это достаточно закономерно, так как в рассматриваемом ряду отсутствуют почвы, содержащие минералы с разбухающей решеткой (Воронин с соавт., 1976).

Графическое представление данных об удельной поверхности в сравнении исходных и модифицированных образцов дано на рис.24-27.

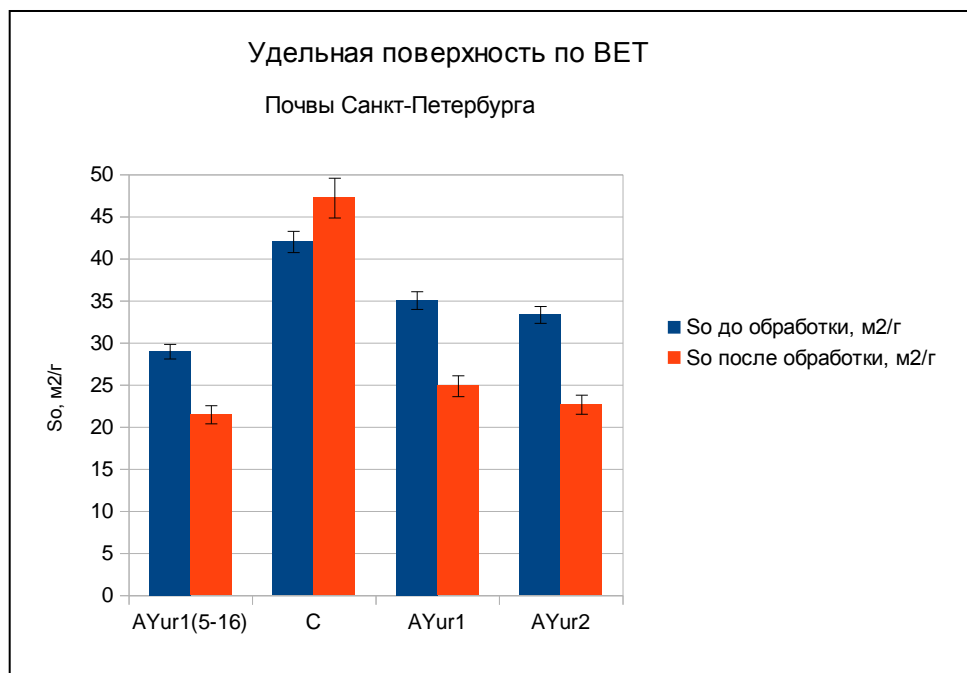


Рис. 24. Диаграмма представления данных изменения эффективной удельной поверхности в образцах дерново-подзолистой урбистратифицированной почвы и урбиквазизема до и после дегумификации, полученных методом БЭТ

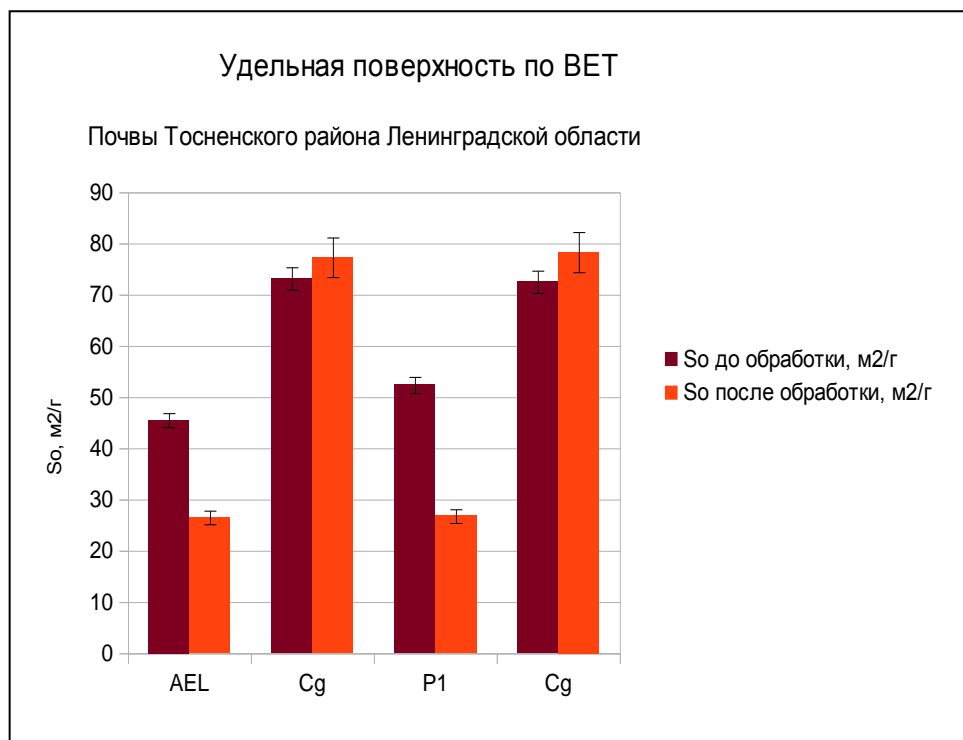


Рис. 25. Диаграмма представления данных изменения эффективной удельной поверхности в образцах элювиально-метаморфической почвы и агродерново-элювозема до и после дегумификации, полученных методом БЭТ

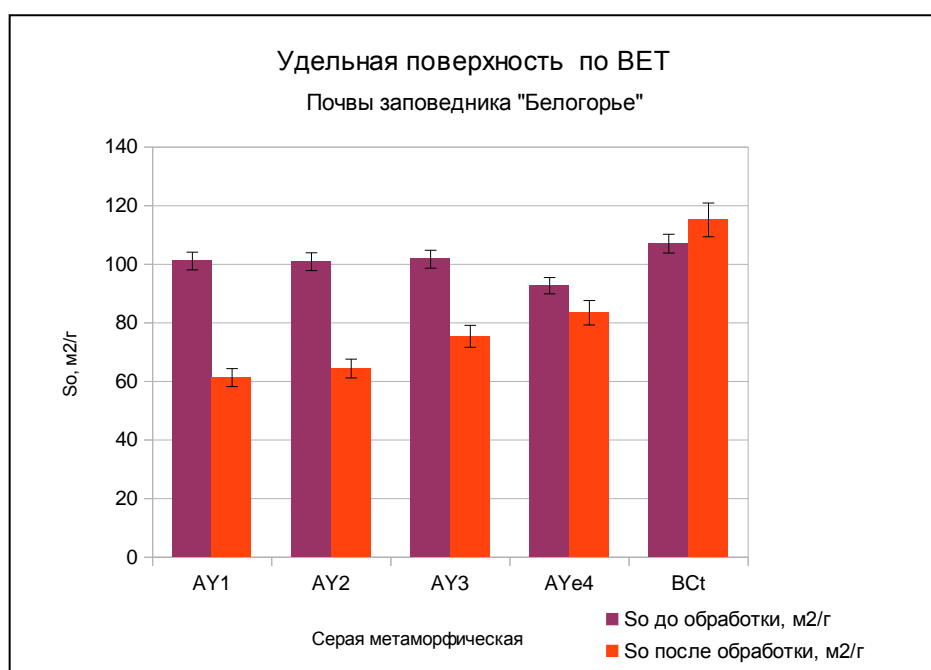


Рис. 26. Диаграмма представления данных изменения эффективной удельной поверхности в образцах серой метаморфической почвы до и после дегумификации, полученных методом БЭТ

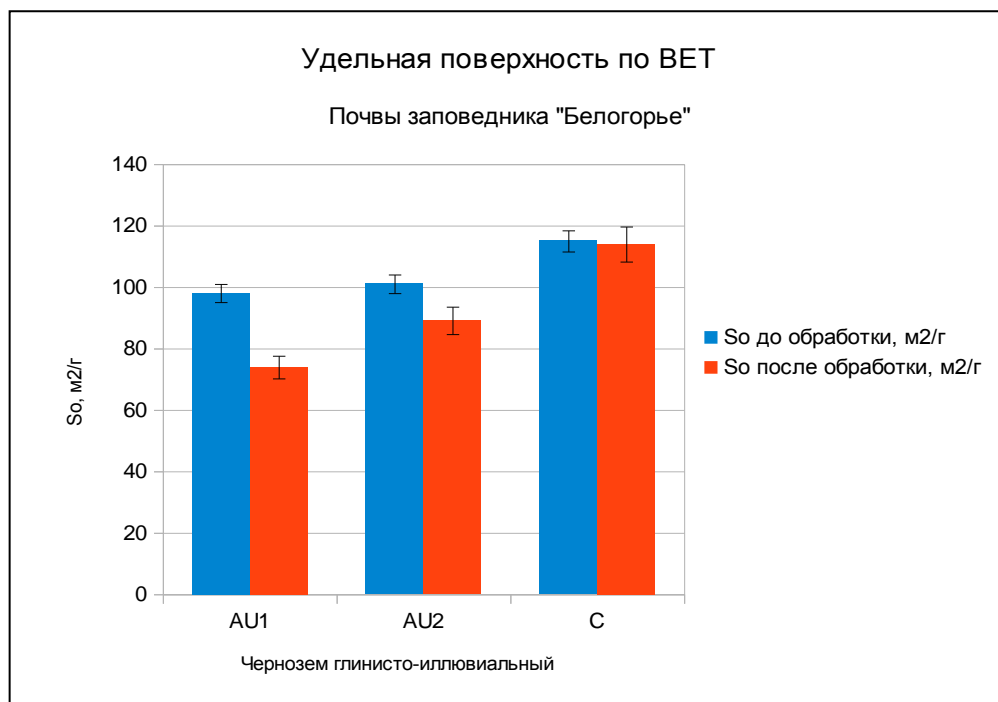


Рис.27. Диаграмма представления данных изменения эффективной удельной поверхности в образцах чернозема глинисто-иллювиального до и после дегумификации, полученных методом БЭТ

Одновременно с определением величины удельной поверхности в образцах методом БЭТ, основанном на адсорбции поверхностью водяного пара, эта величина была рассчитана с использованием метода, известного по зарубежным публикациям как MB-test. Использование адсорбции метиленового синего (MB-test) успешно применяется для определения катионнообменной способности (Kahr, Madsen, 1995), расчета эффективной удельной поверхности дисперсных материалов (Phelps, Harris, 1968; Yukselen, Kaya, 2006). Этот метод является достаточно популярным у зарубежных исследователей, изучающих свойства дисперсных материалов, в том числе и почвы.

Сравнение результатов измерений полной удельной поверхности по адсорбции паров воды и адсорбции красителя метиленового синего (МС) (метиленового голубого (МГ)) приводится в таблице 15.

Таблица 15. Величины удельной поверхности, рассчитанной двумя методами

Наименование почвы	Горизонт	S ₀ , м ² /г (по МС)		So до/ So после (по МС)	S ₀ , м ² /г (по БЭТ)		So до/ So после (по БЭТ)
		до обработки	после обработки H ₂ O ₂ (конц)		до обработки	после обработки H ₂ O ₂ (конц)	
Чернозём глинисто-иллювиальный мощный типичный глинистый на бурых глинах	AU1	205,9	154,4	1,3	98,1	73,9	1,3
	AU2	188,8	165,9	1,1	101,0	89,1	1,1
	C	171,6	207,9	0,8	115,0	114,0	1,0
Серая метаморфическая типичная среднесуглинистая тяжелосуглинистая на бурых глинах	AY1	235,1	160,2	1,5	101,1	61,3	1,6
	AY2	205,9	172,0	1,2	100,9	64,4	1,6
	BCt	188,5	212,0	0,9	107,1	115,2	0,9
Элювиально-метаморфическая глинисто-иллювирированная глееватая на ленточных глинах, подстилаемая озерными супесями	AEL	68,6	59,0	1,2	45,5	26,5	1,7
	Cg	165,9	183,0	0,9	73,2	77,3	0,9
агродерново-элювизем глубокопахотный среднесуглинистый глееватый на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	P1	153,4	130,4	1,2	52,4	26,8	2,0
	Cg	131,6	171,6	0,8	72,5	78,3	0,9
Дерново-подзолистая стратифицированная легкосуглинистая на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	AYur1	108,7	107,4	1,0	29,0	21,5	1,3
	C	103,4	162,5	0,6	42,0	47,2	0,9
урбиквазизем легкосуглинистый	AY1ur	113,6	120,0	0,9	35,1	24,9	1,4
	AY2ur	103,5	121,0	0,9	33,4	22,7	1,5

И хотя абсолютные величины, полученные разными методами, существенно различаются между собой, они демонстрируют одни и те же тенденции изменения в сравнении исходных и модифицированных образцов. Графически результаты определения эффективной удельной поверхности методом MB-test приводятся на рис.27-29.

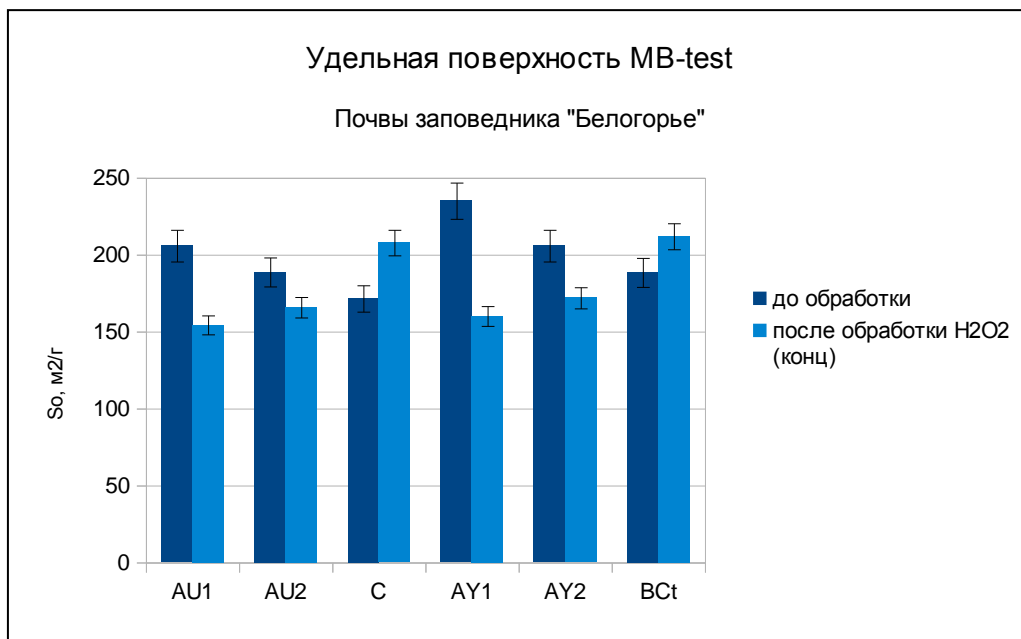


Рис. 27. Диаграмма представления данных изменения эффективной удельной поверхности в образцах чернозема глинисто-иллювиального и серой метаморфической почвы до и после дегумификации, полученных в MB-test

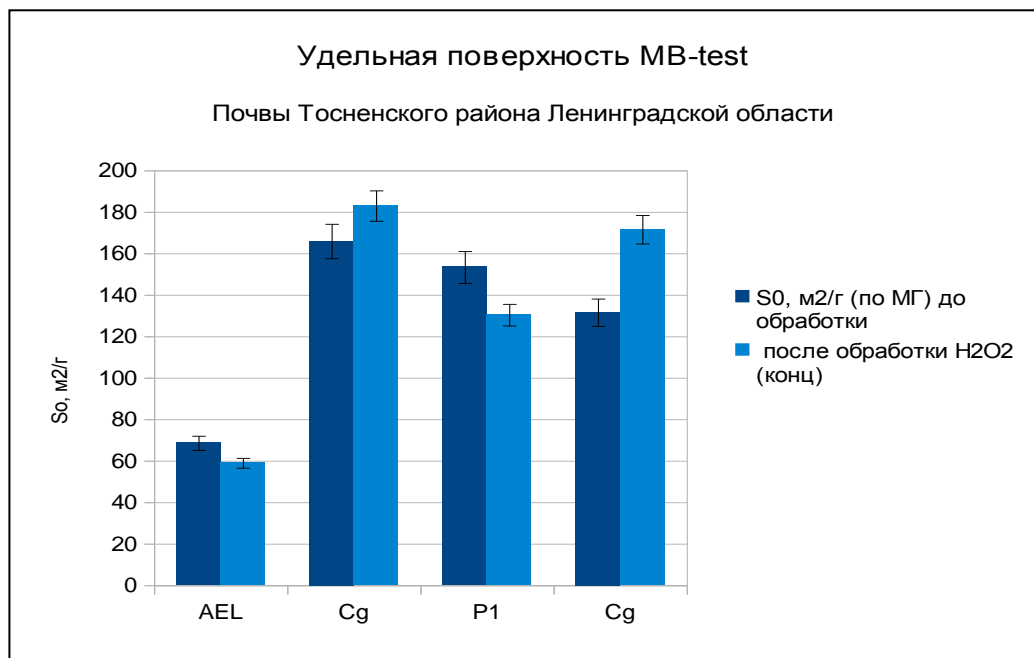


Рис. 28. Диаграмма представления данных изменения эффективной удельной поверхности в образцах элювиально-метаморфической почвы и агродерново-элювизема до и после дегумификации, полученных в MB-test

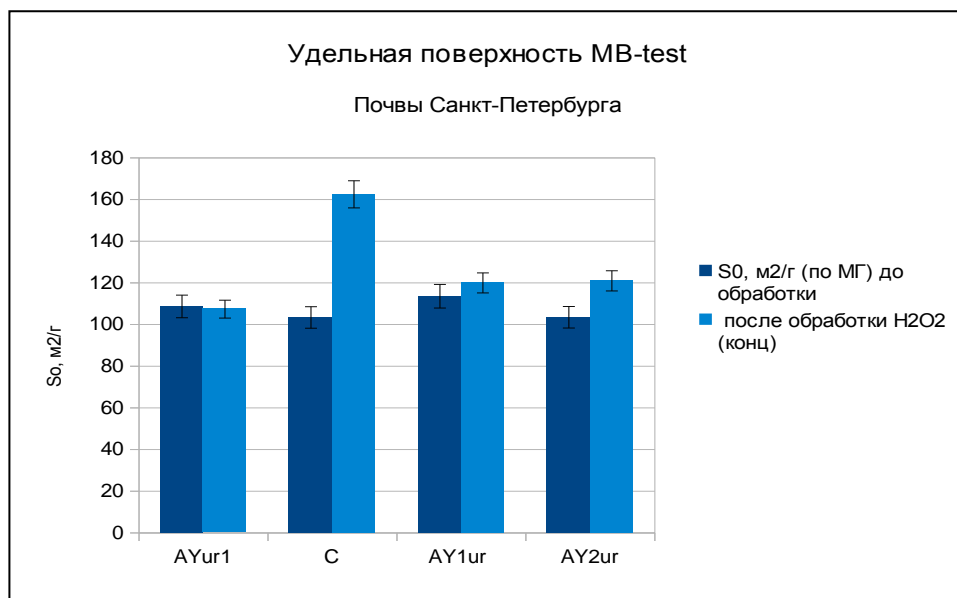


Рис.29. Диаграмма представления данных изменения эффективной удельной поверхности в образцах дерново-подзолистой урбистратифицированной почвы и урбиквазизема до и после дегумификации, полученных в MB-test

Различие в общей тенденции снижения удельной поверхности в гумусовых горизонтах и увеличения ее в практически безгумусовых минеральных горизонтах в образцах после дегумификации при сравнении данных MB-test относительно полученных в методе БЭТ коснулось только урбиквазизема. Объяснение здесь может быть найдено с точки зрения механизма взаимодействия адсорбата с поверхностью адсорбента. Исследователями, изучающими адсорбцию МС на поверхности углеродных сорбентов установлено, что величина адсорбции красителя на твердой поверхности зависит как от величины этой поверхности, так и от ее химического состава, природы и содержания поверхностных функциональных групп (Балыкин, Ефремова, Булатов, 2004). Взаимодействие между функциональными группами МС и материала протекает по механизму донорно-акцепторного взаимодействия (Simitzis, Sfyraakis, 1994 цит. по: Балыкин, Ефремова, Булатов, 2004). Поэтому удаление химически инертного ОВ урбиквазизем (что фиксировалось при изучении его катионообменной способности) положительно влияет на величину эффективной поверхности в методе, основанном на поглощении МС.

По всей видимости, этим обстоятельством объясняется такое сходство величин емкости поглощения, полученных стандартным методом Бобко-Аскинази (в мод. Алешина), с сорбционной емкостью, через величину которой производится расчет удельной поверхности по методике, описанной Маслénковой Г.Л., Русаковой Г.Н.

(Масленкова, Русакова, 1971). С позиции авторов, эта величина информативно соответствует величине емкости монослоя в методе БЭТ.

Статистическая обработка результатов исследований показала, что между результатами в сравниваемых методах нет существенных различий (Приложение 14). То есть, величины сорбционной емкости адекватны величинам ЕКО.

В целом, вне зависимости от метода определения удельной поверхности, можно рассматривать этот показатель в качестве информативного интегрального критерия количественной оценки сорбционной функции, так как, с одной стороны, она может характеризовать адсорбционную способность почвы в отношении воды, с другой стороны, на нее будет влиять качественный состав обменных катионов почвенно-поглощающего комплекса в связи с созданием энергетической неоднородности поверхности твердой фазы (Витязев с соавт., 1980).

Так величина удельной поверхности в данном исследовании обнаруживает высокий коэффициент корреляции с величиной ЕКО (рис. 30). Очень тесные корреляционные связи объединяют величину удельной поверхности и с составом обменных катионов (Приложение 14).

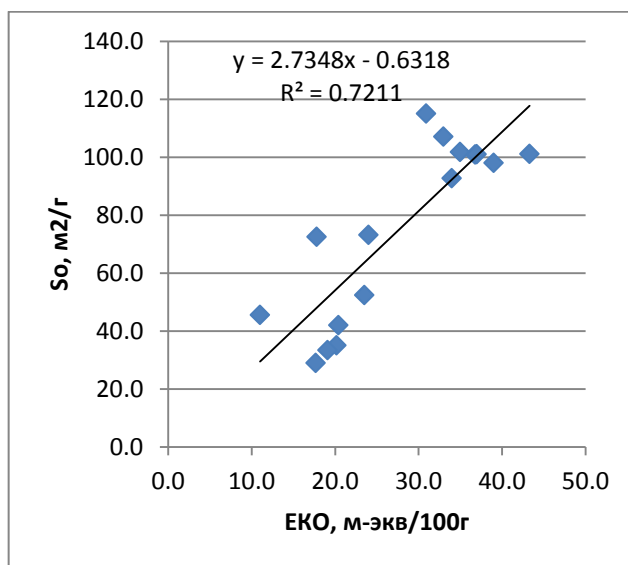


Рис.30. Графическое представление зависимости S_o от ЕКО

С органическим веществом удельная поверхность имеет более сложные связи, обнаруживаемые только с помощью метода частных корреляций при исключении влияния параметров гранулометрического состава (Приложение 14).

При этом для величины удельной поверхности гумусовых горизонтов исследуемых почв может быть составлено уравнение регрессии, где в качестве переменных выступают Сорг и содержание илистой фракции (Приложение 14).

Линейные зависимости между S_o и ЕКО, S_o и содержанием илистой фракции, S_o и гигроскопичностью почвы отмечены в работе А. Бехара (Бехар, 1973).

Уравнение регрессии для удельной поверхности пахотных и подпахотных горизонтов почвы составлено Т.А. Романовой (Романова, 2015). В качестве переменных в первом случае автор использует содержание гумуса и количество частиц физической глины, во втором случае - только содержание физической глины.

3.4. Оценка вклада ОВ в сорбционную функцию в аспекте иммобилизации тяжелых металлов

Экологическая значимость сорбционной функции в отношении тяжелых металлов рассмотрена в главе 1.

Здесь приводятся результаты исследований, которые позволят сделать вывод об участии органического вещества в процессах депонирования ТМ, и, возможно, выявить причины ослабления сорбционной функции.

Для оценки вклада органического вещества в гумусовых горизонтах всех исследованных разрезов были параллельно выделены формы тяжелых металлов по характеру их связи с компонентами почвы. Так было определено валовое содержание тяжелых металлов и так называемые подвижные формы (водорастворимые, специфически адсорбированные (переходящие в аммонийно-ацетатную вытяжку), связанные с органическим веществом).

Для исследования было выбрано три металла, хорошо поглощаемых органическим веществом, и имеющие широкое распространение, особенно в почвах антропогенных ландшафтов, - Cd^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} .

Полученные концентрации ТМ в соответствующих вытяжках приводятся в таблицах 16, 17. Статистическая характеристика выборок приводится в Приложении 12.

Из первоначально выбранных для исследования ТМ оценка вклада ОВ в сорбционную функцию производилась только для меди и свинца. Содержание кадмия в почве оказалось столь незначительным, что сделало его непредставительным для решения поставленных задач, а внесение ТМ в почву искусственным путем в условиях эксперимента не предусматривалось, поэтому оценка вклада ОВ по отношению к данному металлу не производилась. Сами результаты фракционирования Cd приводятся в Приложении 13.

Распределение оставшихся двум видов ТМ по выделенным в эксперименте фракциям, приводится на соответствующих диаграммах (рис. 30-40).

Таблица 16. Данные о содержании различных форм Cu^{2+} в исследуемых образцах

Наименование почвы	горизонт	глубина см	Содержание Cu мг/кг почвы							
			валовое	в/р	спец адсорб форм (перех в ацет- аммоний вытяжку)	связ с ОВ (перех в ацет- аммоний вытяжку)	связ с ОВ (перех в вод вытяжку)	вклад фракции, %		
								водораствор.	спец адсорб форм(перех в ацет-аммоний вытяжку)	связ с ОВ (перех в ацет- аммоний вытяжку)
Дерново-подзолистая урбистратифицированная легкосуглинистая на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	AY1ur	0-5	66,00	0,86	0,99	41,89	29,78	1,31	1,50	63,47
	AY1ur	5-16	52,00	0,42	2,84	26,75	18,31	0,80	5,46	51,45
	AY2ur	16 - 28	16,40	0,11	3,70	10,12	8,00	0,65	22,56	61,71
	EL	28 - 44	не опр.	не опр.	1,51	не опр.	не опр.			
	BEL	44 - 58	не опр.	"-	0,44	"-	"-			
	BT	58 - 66	не опр.	"-	0,75	"-	"-			
	C	66 - 83	не опр.	ниже пред обнаруж.	0,81	0,98	0,17			
Урбиквазизем легкосуглинистый	AY1ur	0-5	81,00	1,17	0,94	35,39	23,55	1,44	1,16	43,69
	AY2ur	5-10	66,00	0,95	0,52	33,05	12,17	1,44	0,79	50,07
Элювиально- метаморфическая глинисто- иллювирированная глееватая на ленточных глинах, подстилаемая озерными супесями	AEL	0-5	3,60	ниже пред обнаруж.	0,02	0,21	0,07	0,00	0,48	5,85
	EL	5-17	3,70	ниже пред обнаруж.	0,18	0,03	0,03	0,00	4,75	0,81
	BEL	17-37	не опр.	"-	0,36	"-	"-			
	BMt,g	37-69	не опр.	"-	0,40	"-	"-			
	BCg	69-90	не опр.	"-	0,22	"-	"-			
	Cg	90-110	не опр.	ниже пред обнаруж.	0,29	0,44	ниже пред обнаруж.			
	Dg	110-130	не опр.	ниже пред обнаруж.	0,15	0,19	ниже пред обнаруж.			
Агродерново-элювозем глубокопахотный среднесуглинистый глееватый на озерно- ледниковых (ленточных)	P1	0-24	17,60	0,10	0,38	6,38	6,54	0,57	2,15	36,25
	P2	24-43	9,80	0,10	0,37	6,50	4,98	1,02	3,73	66,33
	Elg	43-52	не опр.	"-	0,18	"-	"-			
	Cg	52-100	не опр.	0,08	0,27	0,54	0,45			

Наименование почвы	горизонт	глубина см	Содержание Cu мг/кг почвы							
			валовое	в/р	спец адсорб форм (перех в ацет-аммоний вытяжку)	связ с ОВ (перех в ацет-аммоний вытяжку)	связ с ОВ (перех в вод вытяжку)	вклад фракции, %		
								водораствор.	спец адсорб форм(перех в ацет-аммоний вытяжку)	связ с ОВ (перех в ацет-аммоний вытяжку)
глинах										
Серая метаморфическая типичная среднетощая тяжелосуглинистая на бурых глинах	AY1	0-15	8,00	0,06	ниже пред обнаруж.	2,64	1,01	0,71	0,00	32,95
	AY2	15-23	8,30	0,01	ниже пред обнаруж.	2,86	1,05	0,13	0,00	34,47
	AY3	23-40	не опр.	не опр.	ниже пред обнаруж.	не опр.	не опр.			
	AYe4	40 -55	не опр.	"-	ниже пред обнаруж.	"-	"-			
	BM	55-107	не опр.	"-	0,12	"-	"-			
	BCt	107-150	не опр.	ниже пред обнаруж.	0,07	1,51	0,27			
Чернозём глинисто-илувиальный мощный типичный глинистый на бурых глинах	AU1	0-28	8,30	0,00	ниже пред обнаруж.	2,14	1,26	0,03	0,00	25,75
	AU2	28-64	8,00	ниже пред обнаруж.	ниже пред обнаруж.	2,50	1,66	0,00	0,00	31,21
	AB	64-80	не опр.	не опр.	ниже пред обнаруж.	не опр.	не опр.			
		80-103	не опр.	"-	ниже пред обнаруж.	"-	"-			
	BI	103-130	не опр.	"-	0,09	"-	"-			
	C	130-160	не опр.	ниже пред обнаруж.	0,19	0,67	0,22			

Cu ПДК вал = 66 мг/кг (рН_{KCl}<5,5 сугл и глин) и 132 мг/кг (рН_{KCl}>5,5 сугл и глин); Cu ПДК подв = 3мг/кг

(ГН 2.1.7.2041-06; ГН 2.1.7.2511-09)

Таблица 17. Данные о содержании различных форм Pb²⁺ в исследуемых образцах

Наименование почвы	горизонт	глубина, см	Содержание Pb мг/кг почвы							
			вал	в/р	спец адсорб форм (перех в ацет-аммоний вытяжку)	связ с ОВ (перех в ацет-аммоний вытяжку)	связ с ОВ (перех в вод вытяжку)	вклад фракции, %		
								в/р	спец адсорб форм(перех в ацет-аммоний вытяжку)	связ с ОВ (перех в ацет-аммоний вытяжку)
Дерново-подзолистая урбистратифицированная легкосуглинистая на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	AY1ur	0-5	51,00	ниже пред обнаруж.	11,96	36,98	ниже пред обнаруж.	0,00	23,45	72,51
	AY1ur	5-16	69,00	ниже пред обнаруж.	11,17	21,66	ниже пред обнаруж.	0,00	16,19	31,39
	AY2ur	16 - 28	37,00	ниже пред обнаруж.	20,17	10,50	ниже пред обнаруж.	0,00	54,51	28,38
	EL	28 - 44	не опр.	не опр.	0,97	- "-	- "-			
	BEL	44 - 58	не опр.	- "-	1,09	- "-	- "-			
	BT	58 - 66	не опр.	- "-	0,93	- "-	- "-			
	C	66 - 83	не опр.	ниже пред обнаруж.	0,74	0,89	ниже пред обнаруж.			
Урбиквазием легкосуглинистый	AY1ur	0-5	156,00	0,23	2,84	24,02	0,24	0,15	1,82	15,40
	AY2ur	5-10	124,00	0,10	1,99	12,26	ниже пред обнаруж.	0,08	1,60	9,89
Элювиально-метаморфическая глинисто-иллювирированная глееватая на ленточных глинах, подстилаемая озерными супесями	AEL	0-5	5,10	ниже пред обнаруж.	0,85	1,17	ниже пред обнаруж.	0,00	16,73	22,97
	EL	5-17	5,60	ниже пред обнаруж.	0,77	1,82	не опр.	0,00	13,80	32,50
	BEL	17-37	не опр.	- "-	0,62	- "-	- "-			
	BMt,g	37-69	не опр.	- "-	0,89	- "-	- "-			
	BCg	69-90	не опр.	- "-	0,74	- "-	- "-			
	Cg	90-110	не опр.	ниже пред обнаруж.	0,94	1,23	ниже пред обнаруж.			
	Dg	110-130	не опр.	ниже пред обнаруж.	0,44	0,51	ниже пред обнаруж.			
Агродерново-элювозем глубокопахотный	P1	0-24	28,40	ниже пред обнаруж.	3,86	5,20	ниже пред обнаруж.	0,00	13,60	18,30

Наименование почвы	горизонт	глубина, см	Содержание Pb мг/кг почвы							
			вал	в/р	спец адсобр форм (перех в ацет-аммоний вытяжку)	связ с ОВ (перех в ацет-аммоний вытяжку)	связ с ОВ (перех в вод вытяжку)	вклад фракции, %		
								в/р	спец адсобр форм(перех в ацет-аммоний вытяжку)	связ с ОВ (перех в ацет-аммоний вытяжку)
среднесуглинистый глееватый на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	P2	24-43	26,50	ниже пред обнаруж.	7,77	10,90	не опр.	0,00	29,33	41,13
	Elg	43-52	не опр.	не опр.	0,98	-"	-"			
	Cg	52-100	не опр.	0,83	0,65	1,20	ниже пред обнаруж.			
Серая метаморфическая типичная среднемощная тяжелосуглинистая на бурых глинах	AY1	0-15	7,60	ниже пред обнаруж.	0,97	1,72	ниже пред обнаруж.	0,00	12,82	22,70
	AY2	15-23	7,70	ниже пред обнаруж.	0,82	1,64	ниже пред обнаруж.	0,00	10,68	21,35
	AY3	23-40	не опр.	не опр.	0,67	не опр.	не опр.			
	AYe4	40 -55	не опр.	-"	0,80	-"	-"			
	BM	55-107	не опр.	-"	1,99	-"	-"			
	BCt	107-150	не опр.	ниже пред обнаруж.	1,59	3,50	ниже пред обнаруж.			
Чернозём глинисто-илювиальный мощный типичный глинистый на бурых глинах	AU1	0-28	7,80	ниже пред обнаруж.	0,85	1,67	ниже пред обнаруж.	0,00	10,86	21,39
	AU2	28-64	6,60	ниже пред обнаруж.	0,73	1,94	ниже пред обнаруж.	0,00	11,08	29,39
	AB	64-80	не опр.	не опр.	0,69	не опр.	не опр.			
		80-103	не опр.	-"	0,68	-"	-"			
	BI	103-130	не опр.	-"	0,70	-"	-"			
	C	130-160	не опр.	ниже пред обнаруж.	1,01	2,28	ниже пред обнаруж.			

Pb ПДК вал = 32 мг/кг; Pb ПДК подв = 6мг/кг

(ГН 2.1.7.2041-06; ГН 2.1.7.2511-09)

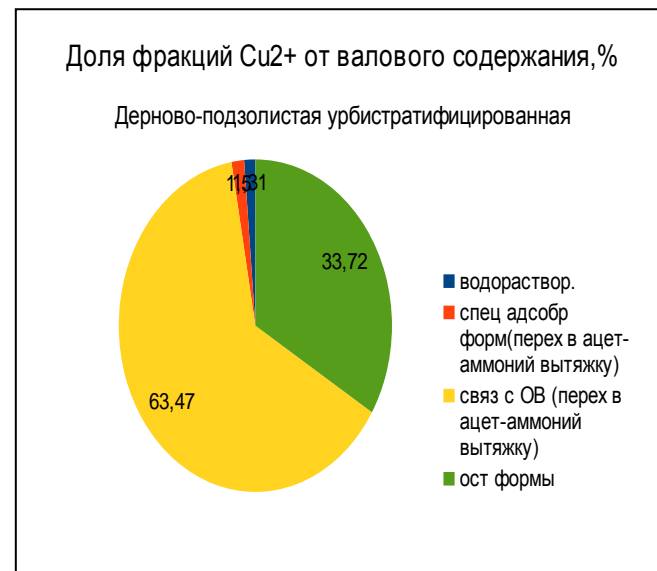
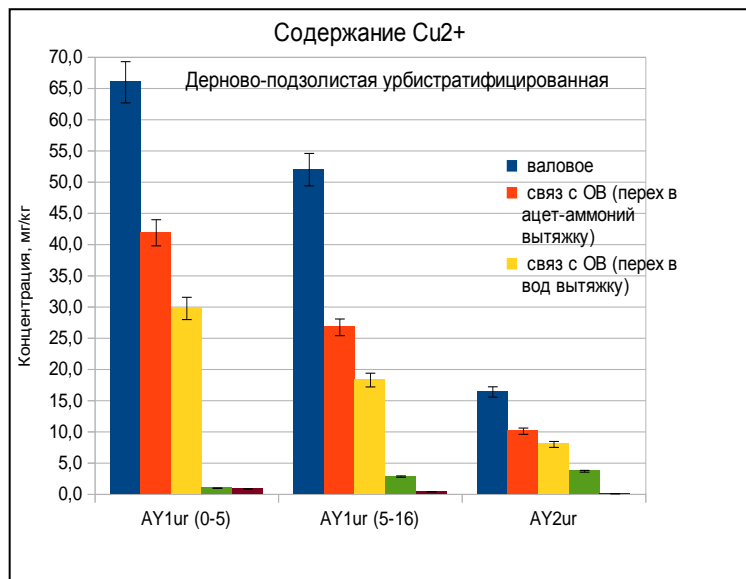


Рис.30. Доля различных фракций в валовом содержании Cu^{2+} образцов гумусовых горизонтов дерново-подзолист урбистратифицированной почвы

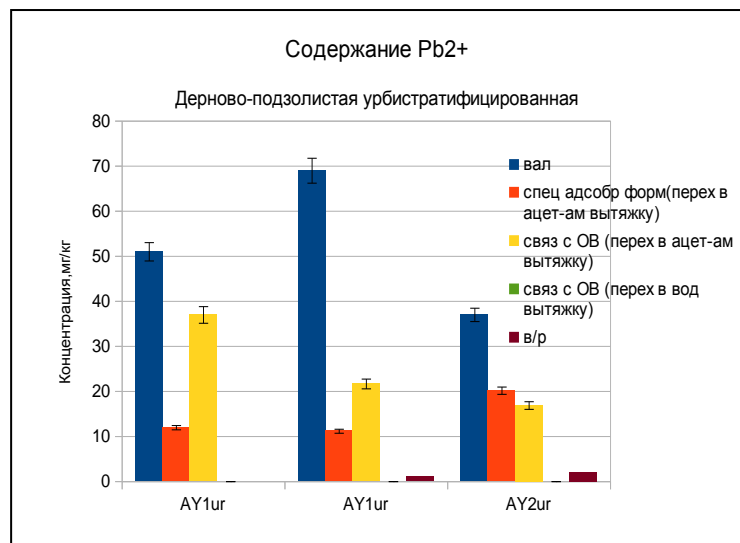


Рис.31. Доля различных фракций в валовом содержании Pb^{2+} образцов гумусовых горизонтов дерново-подзолист урбистратифицированной почвы

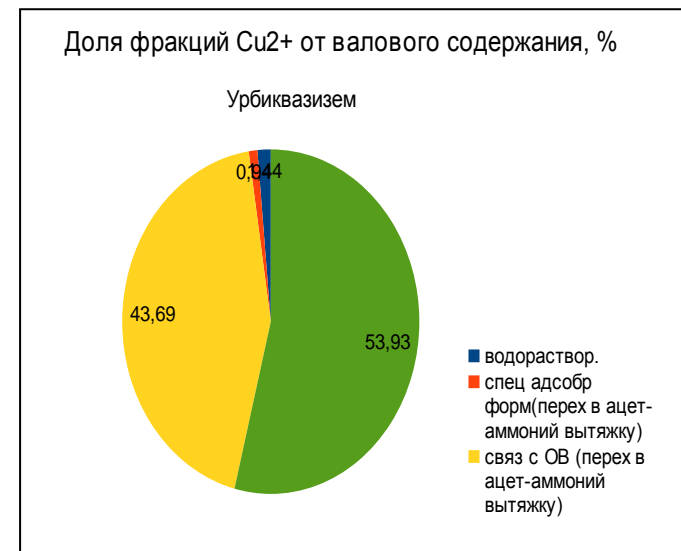
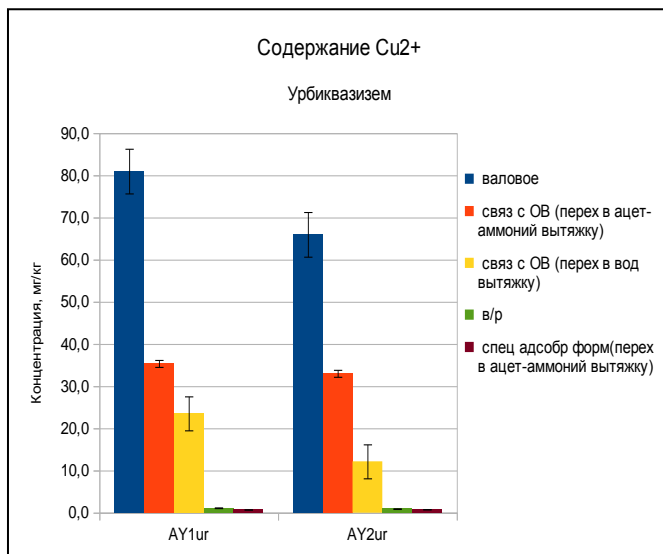


Рис. Доля различных фракций в валовом содержании Cu^{2+} образцов гумусовых горизонтов урбиквазизема

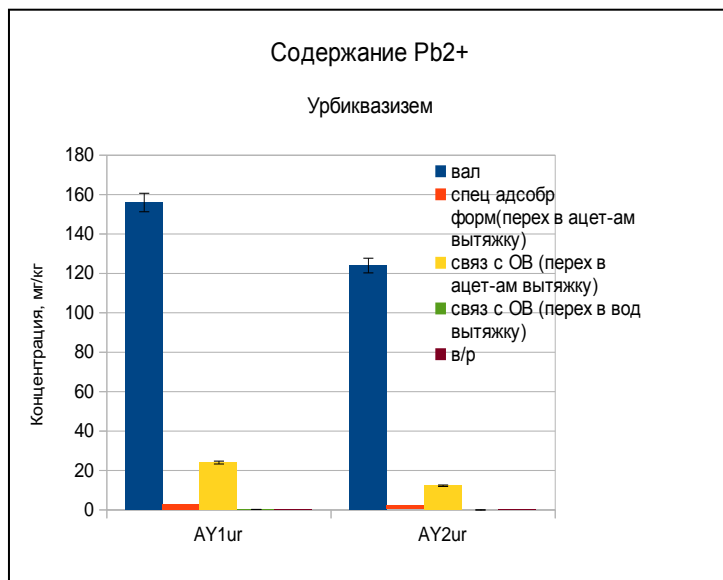


Рис.32. Доля различных фракций в валовом содержании Pb^{2+} образцов гумусовых горизонтов урбиквазизема

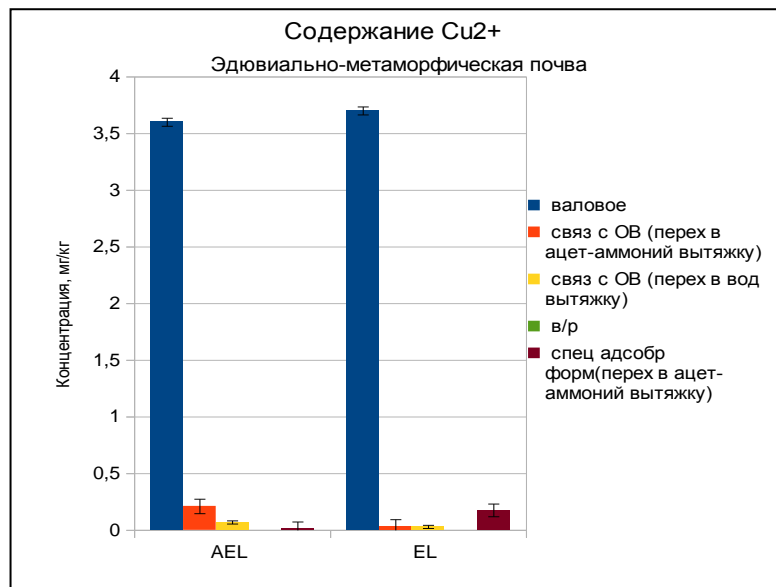


Рис. 33. Доля различных фракций в валовом содержании Cu^{2+} образцов гумусовых горизонтов элювиально-метаморфической почвы

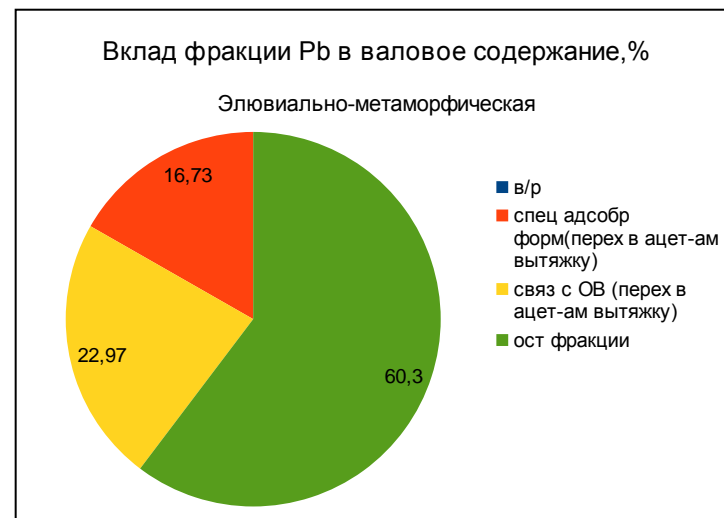
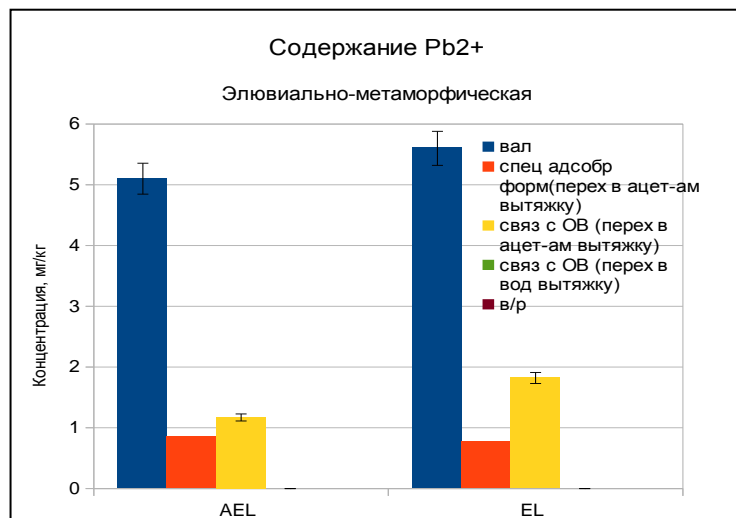


Рис. 34. Доля различных фракций в валовом содержании Pb^{2+} образцов гумусовых горизонтов элювиально-метаморфической почвы

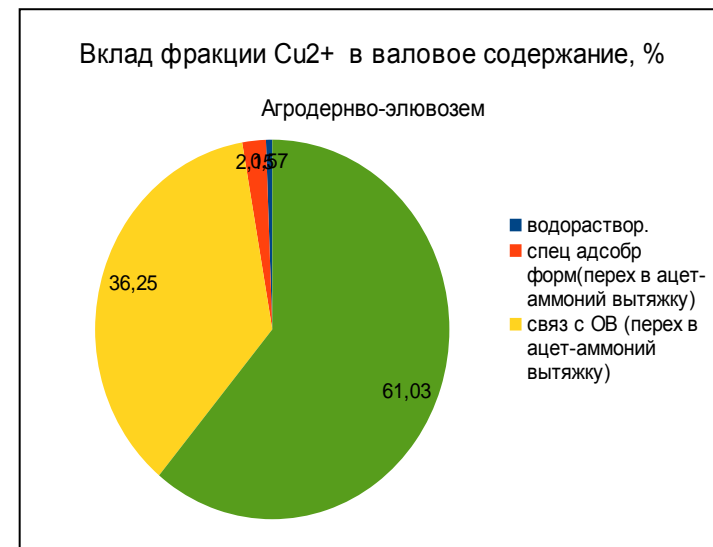
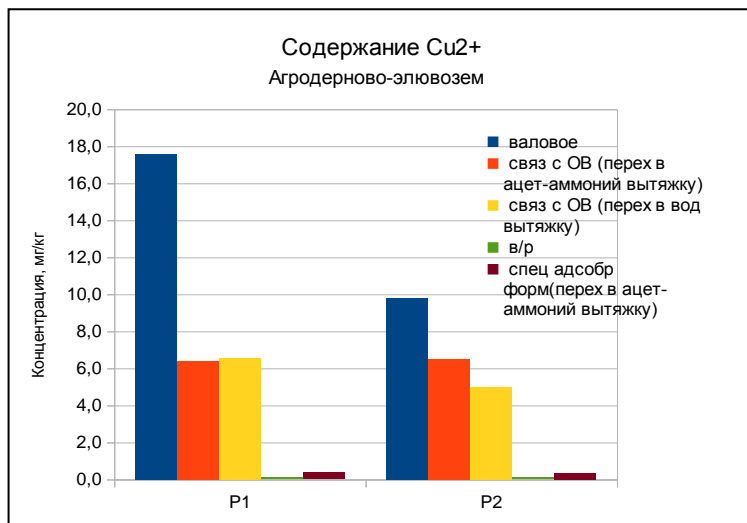


Рис.35. Доля различных фракций в валовом содержании Cu^{2+} -образцов гумусовых горизонтов агродерново-элювозема

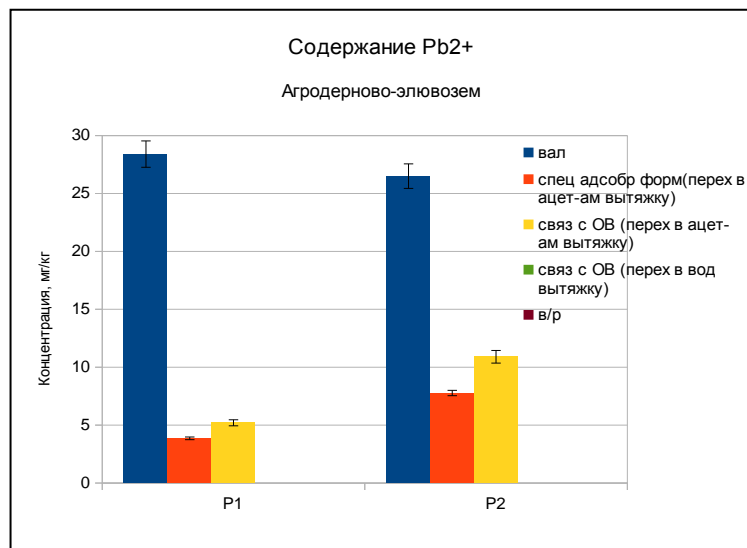


Рис.36. Доля различных фракций в валовом содержании Pb^{2+} -образцов гумусовых горизонтов агродерново-элювозема

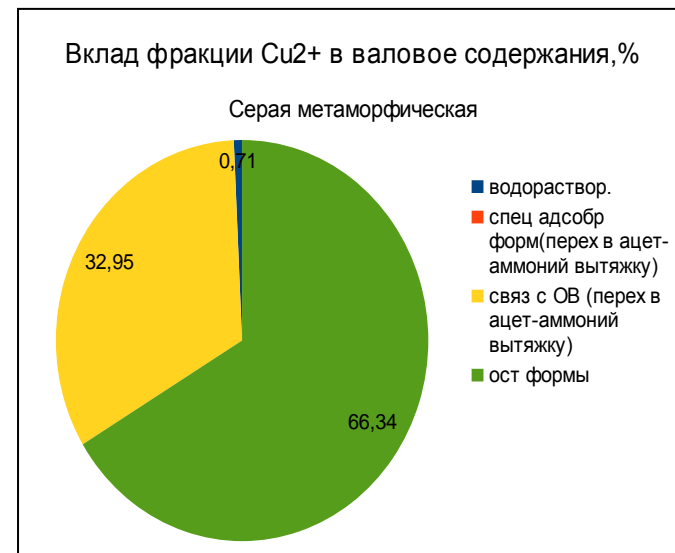
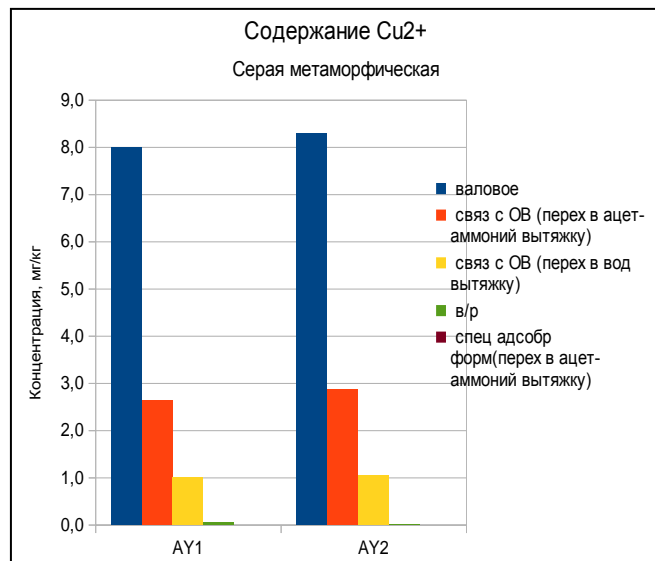


Рис. 37. Доля различных фракций в валовом содержании Cu^{2+} -образцов гумусовых горизонтов серой метаморфической почвы

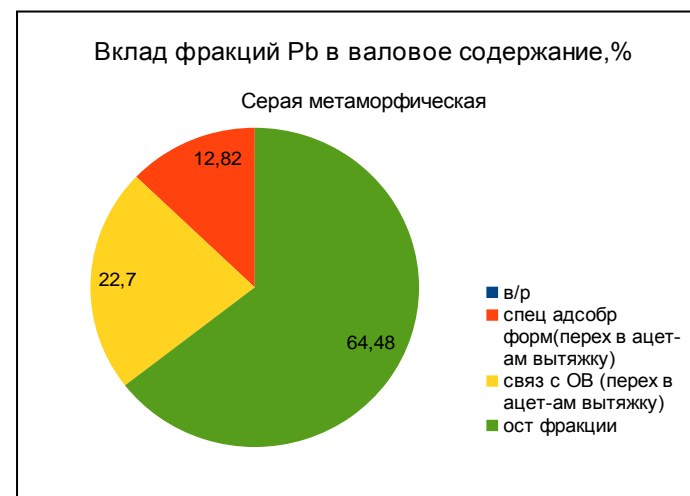
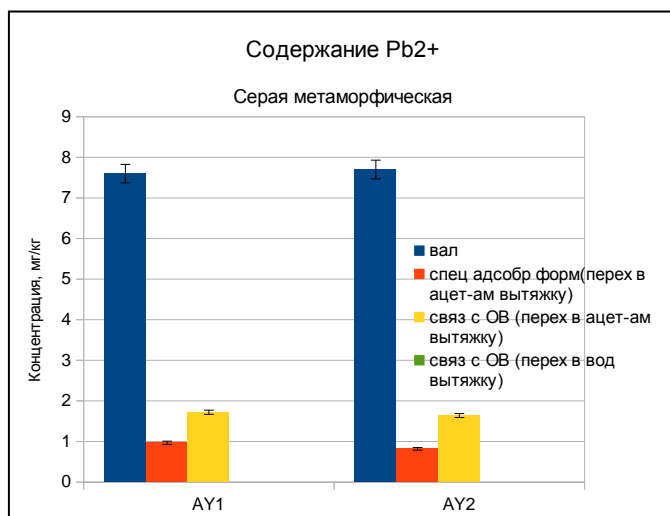


Рис.38. Доля различных фракций в валовом содержании Pb²⁺ образцов гумусовых горизонтов серой метаморфической почвы

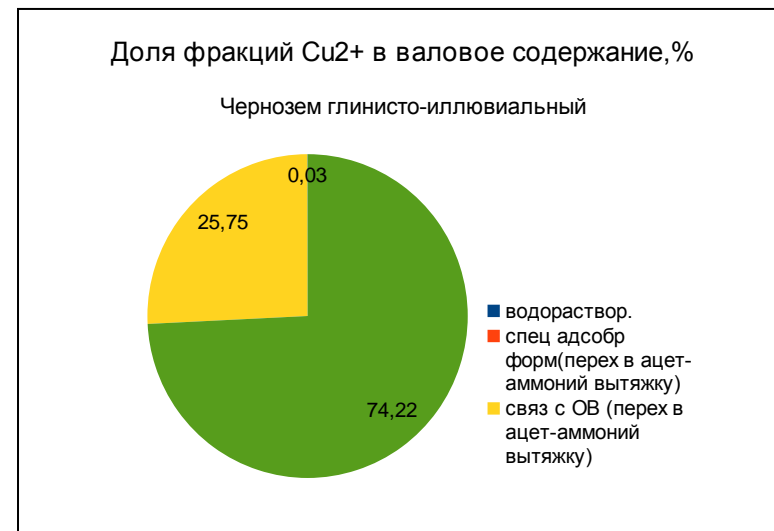
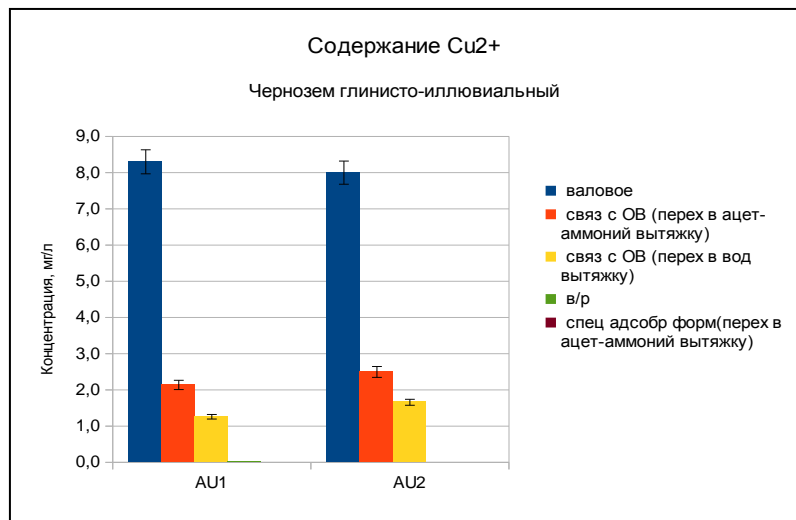


Рис. 39. Доля различных фракций в валовом содержании Cu²⁺ образцов гумусовых горизонтов чернозема глинисто-иллювиального

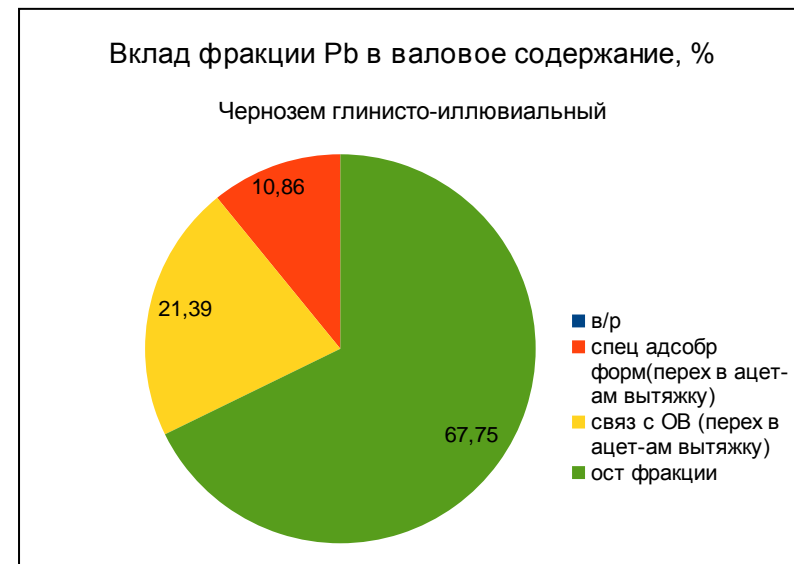
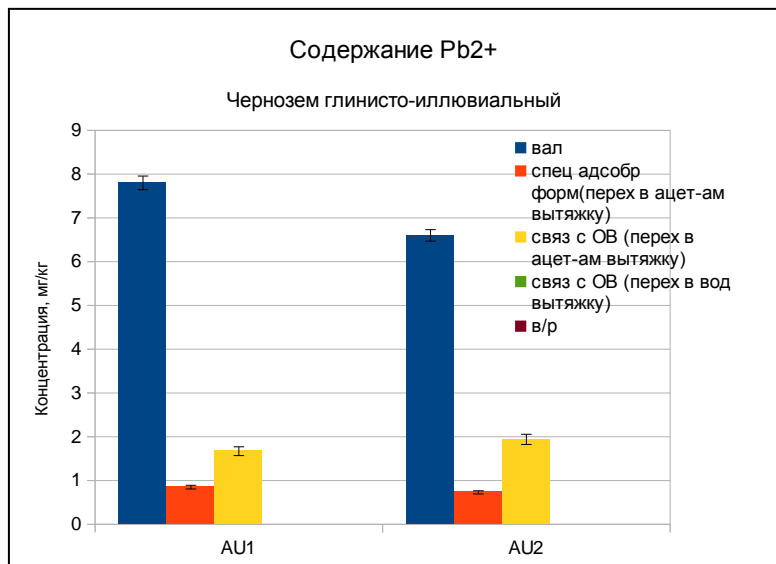


Рис. 40. Доля различных фракций в валовом содержании Pb²⁺-образцов гумусовых горизонтов чернозема глинисто-иллювиального

Анализируя данные валового содержания и отдельных фракций тяжелых металлов, необходимо отметить превышение концентраций ТМ в почвах городской территории, что было ожидаемо, исходя из общего уровня техногенной нагрузки в месте их расположения.

Так валовое содержание Pb в дерново-подзолистой урбистратифицированной превышает его ПДК для валового содержания примерно в 1,6 раза в слое (0-5см) горизонта АУ_{ur1} и в 2,2 раза в слое (5-16 см), а содержание подвижных фракций свинца превышает допустимое в 8 раз в горизонте АУ_{ur1} (0-5 см) и в 5 раз АУ_{ur1}(5-16 см) и АУ_{ur2}.

В урбиквазиземе валовое содержание Pb превосходит допустимое в 4-5 раз. Превышение допустимого содержания подвижных форм находится на том же уровне.

Превышение валового содержания для меди выявлено на тех же образцах. Так валовое содержание Cu в дерново-подзолистой урбистратифицированной практически достигает его ПДК для валового содержания примерно в слое (0-5см) горизонта АУ_{ur1}, а содержание подвижных фракций свинца превышает допустимое в 10-15 раз в горизонтах АУ_{ur1} и АУ_{ur2}.

Помимо ожидаемого загрязнения почв городских территорий, превышения концентраций подвижных форм меди и свинца выявлены в гумусовых горизонтах агродерново-элювозема (по меди и свинцу приблизительно в 2 раза), что, вероятно, связано с длительным применением удобрений.

Превышение концентраций ТМ выделено жирным шрифтом в таблицах (16, 17).

Анализируя данные полученные при фракционировании соединений тяжелых металлов, с точки зрения проявления сорбционной функции, для всех почв можно отметить следующие особенности:

- низкий выход в водорастворимую фракцию, что говорит о том, что ТМ здесь закреплены более прочно;

- поведение одной из наиболее подвижных фракций (специфически адсорбированная (переходящая в ацетатно-аммонийную вытяжку)) по профилю подчиняется общему закону миграции веществ, характерному для типа почв, максимум накопления приурочен в профиле к горизонтам, обогащенным илистой фракцией;

- высока доля фракции Pb, связанной с органическим веществом, максимальна она в горизонте АУ_{ur1} дерново-подзолистой урбистратифицированной почвы (72,5%), а минимальна в АУ_{ur1} урбиквазизема (около 10%- при достаточно высоком валовом содержании это говорит о том, что ТМ здесь закрепляются более прочно уже другими компонентами, вследствие уже занятости обменных позиций ОБ катионами ТМ);

- доля фракции Cu , связанной с органическим веществом, превышает ее долю для свинца, при этом для меди обнаруживается более высокий выход как водорастворимых фракций, так и водорастворимых, связанных с ОВ.

В целом для данного ряда почв высокий вклад органического вещества в сорбционную функцию в отношении катионов ТМ очевиден. Но на уровне корреляционных зависимостей тесных связей между его содержанием и выходом фракции ТМ, связанной с ОВ, не устанавливается. Правда, в данном случае это может быть объяснено на уровне недостаточной представительности выборки, так как почвы имеют сильный разброс в концентрациях от превышений ПДК в несколько раз до очень низких концентраций, кроме того, это может быть обусловлено слишком большим количеством факторов, вмешивающихся в эти зависимости. Поэтому для решения такой задачи нужна отдельная постановка эксперимента.

Причинами снижения сорбционной функции в отношении тяжелых металлов могут считаться потеря и деградация качества органического вещества, связанная с уменьшением его химической активности в связи с наличием в его составе инертных компонентов или по причине занятости активных центров молекул ГК ранее поглощенными ТМ, в конечном итоге приводящей к перестройке структуры молекул ГК в сторону гидрофобизации.

ВЫВОДЫ

1. Удаление органического вещества из почв способствует достоверному снижению способности к катионному обмену, фиксируемому по изменению величин ЕКО. При высоком начальном содержании органического вещества наблюдается более резкое уменьшение катионообменной способности почвы. Между величинами $EKO_{исх}/EKO_{п.обр.}$ и $C_{орг}$ наблюдается тесная линейная корреляционная зависимость.

2. При удалении органического вещества из почв снижается сумма обменных катионов и изменяется их состав. Между величинами $\sum(Ca^{2+}, Mg^{2+})_{исх}/\sum(Ca^{2+}, Mg^{2+})_{п.обр.}$ и $C_{орг}$ наблюдается тесная корреляционная взаимосвязь. Удаление органического вещества из гумусовых горизонтов влияет на перераспределение в составе катионов в сторону относительного увеличения обменного Mg^{2+} . Особенно этот эффект заметен на почвах, богатых гумусом и основаниями (серая метаморфическая и чернозем).

3. Удаление органического вещества приводит к снижению сорбционной способности почв по отношению к воде во всем диапазоне гигроскопической влаги. Увеличивается энергетическая неоднородность поверхности раздела адсорбат-адсорбент, наблюдается достоверное уменьшение удельной поверхности, определенной двумя методами: по БЭТ и по адсорбции метиленового синего.

4. Органическое вещество оказывает значимое влияние на иммобилизацию тяжелых металлов, что подтверждается резким увеличением их выхода в ацетатно-аммонийную вытяжку после удаления органического вещества, особенно в случае сильного загрязнения почв.

5. Сорбционная функция почвы, оцененная по ЕКО, адсорбции молекул воды и поглощению тяжелых металлов, характеризуется существенным изменением в антропогенных почвах по сравнению с естественными аналогами. Причинами деградации сорбционной функции в антропогенных почвах служат деструктивные преобразования органического вещества, ослабление органо-минеральных взаимодействий и загрязнение тяжелыми металлами.

6. В качестве критериев оценки сорбционной функции почвы предлагаются взаимозависимые и интегральные величины: ЕКО, So , состав обменных катионов, количество $C_{орг}$. Достоверность использования этих показателей для количественной оценки сорбционной функции подтверждена методом корреляционного анализа.

7. Сравнение методов определения ЕКО Бобко-Аскинази и MB-test (по адсорбции метиленового синего) способом попарно сопряженных выборок позволила установить возможность применения метода MB-test, как менее длительного и трудоемкого для характеристики сорбционной способности почв.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Апарин Б.Ф. Красная книга почв Ленинградской области/ Б.Ф. Апарин, Г.А. Касаткина, Н.Н. Матинян, Е.Ю. Сухачева. – СПб.: Аэроплан, 2007.- 320 с.
2. Апарин Б. Ф., Сухачева Е. Ю. Принципы создания почвенной карты мегаполиса (на примере Санкт-Петербурга) // Почвоведение. 2014. № 7. с. 790-802.
3. Апарин Б.Ф., Сукачева Е.Ю. Классификация городских почв в системе российской и международной классификации почв //Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева Выпуск № 79 / 2015 с. 53-72
4. Апарин Б.Ф., Сухачева Е.Ю. Почвенный покров Санкт-Петербурга: “из тьмы лесов и топи блат” к современному мегаполису // Биосфера. 2013. Т. 5. № 3. с. 327–352.
5. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. Издательство: МГУ, 1970 г.
6. Балыкин В.П., Ефремова О.А., Булатов А.В. Адсорбция метиленового синего и метанилового желтого на углеродной поверхности// Вестник Челябинского государственного университета. 2004. Т.4. № 1
7. Бахматова К.А. Агрогенетическая характеристика почв Приневской низменности. Автореф. дисс. на соискание уч.степ. к. с.-х. наук.- СПб-Пушкин, 1997.-24 с.
8. Бехар А. Зависимость между минералогическим составом илистой фракции и удельной поверхностью, емкостью поглощения и гигроскопичностью почв//Почвоведение, 1973, № 6, с.111-116
9. Брунауэр С. Адсорбция газов и паров. М., ИЛ, 1948.
10. Бурачевская М.В. Фракционный состав соединений тяжелых металлов в черноземах обыкновенных Нижнего Дона: Дис. к.б.н. Ростов-на-Дону: ФГАОУВО «Южный федеральный университет». 2014
11. Васенев В.И., Прокофьева Т.В., Макаров О.А. Разработка подхода к оценке запасов почвенного органического углерода мегаполиса и малого населенного пункта// Почвоведение . 2013. № 6. с. 725-736
12. Витязев В.Г., Кауричев И.С., Рабий А. Влияние состава поглощенных катионов и анионов на удельную поверхность почв // Почвоведение. 1980. № 9. с. 34-41
13. Водяницкий Ю.Н. Методы последовательной экстракции тяжелых металлов из почв – новые подходы и минералогический контроль (аналитический обзор) // Почвоведение. 2006. №10. с. 1190-1199
14. Водяницкий Ю. Н. Органическое вещество в городских почвах (обзор литературы).// Почвоведение. 2015, No 8, с. 921–931

15. Воронин А. Д., Витязев В. Г. К оценке величины внешней и внутренней удельных поверхностей твердой фазы почв по изотерме десорбции паров воды. Почвоведение, 1971, № 10.
16. Воронин А.Д. Новый подход к определению зависимости капиллярно-сорбционного потенциала воды от влажности почвы//Почвоведение. 1980. №10. с.68-79
17. Воронин А.Д., Бабанин В.Ф., Малиновский В.И., Шапиро Ю.Е. Изучение состояния воды, связанной поверхностью каолинита, насыщенного H^+ , Na^+ и Mg^{2+} методом ЯМР // Почвоведение. 1976. №4. С. 1285–1296.
18. Вячеславов А.С. Измерение площади поверхности и пористости методом капиллярной конденсации азота / А.С.Вячеславов, Е.А.Померанцева // Московский Государственный университет им.М.В.Ломоносова. метод. разраб. Москва. –2006.–55 с.
19. Ганнибал Б.И., Калибернова Н.М. состояние и динамика растительного покрова участка «Ямская степь» государственного природного заповедника «Белогорье» Отчет. 2003. П. Борисовка, Белгородская обл. (рукопись)
20. География Белгородской области / Под общ. ред. Г. Н. Григорьева, — Белгород.: Изд-во БелГУ, 1996. — 144 с.
21. Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Смоленск: Ойкумена, 2003. - 268 с
22. ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве»
23. ГН 2.1.7.2511-09 «Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве»
24. Горбунов Н. И. Минералогия и коллоидная химия почв. М.: Наука, 1974. 702 с.
25. Горбунов Н. И., Орлов Д.С. Природа и прочность связи органических веществ с минералами почвы// Почвоведение, 1977. № 7. с. 89-100
26. Горбунов Н.И. Актуальные вопросы физической химии и минералогии солонцовых почв в связи с их мелиорацией//Почвоведение, 1976, № 8
27. Горбунов Н.И. Минералогия и физическая химия почв. Изд. АН СССР, М., 1978, – 293 с.
28. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость Пер. с англ. , 2-е изд. - М.: Мир, 1984. - 306 с.
29. Дмитриев Е. А. Математическая статистика в почвоведении. М., Изд. МГУ, 1972.
30. Дмитриев М.Т., Казнина Н.И., Пинигина И.А. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде: Справочник. М.: Химия, 1989.

31. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах (экологическое значение почв). Издательство: Наука, 1990 г.
32. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. Учение об экологических функциях почв. Издательство: МГУ, 2012
33. Доклад «Об экологической ситуации в Ленинградской области в 2013 году», 2014
34. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2012 году/ Под редакцией Д.А. Голубева, Н.Д. Сорокина. – СПб.:ООО«Сезам-Принт», 2013. – 168 с.
35. Е. В. Мироненко, О. А. Салимгареева, А. А. Понизовский, С. М. Чудинова. Влияние гидрофобных жидкостей на водоудерживание и энергетическое состояние воды в почвах// Почвоведение. 2000. № 4. с. 463-470
36. Зырин Н.Г., Соколова Т.А. Сорбция свинца и состояние поглощённого элемента в почвах и почвенных компонентах // Почвоведение. 1986. №4. С.39-46
37. Классификация и диагностика почв России / Л. Л. Шишов, В. Д. Тонконогов, И. И. Лебедева, М. И. Герасимова. — Ойкумена Смоленск, 2004. — С. 341.
38. Ладонин Д.В. Влияние техногенного загрязнения на фракционный состав меди и цинка в почвах // Почвоведение. 1995. № 10. С. 1299-1305.
39. Ладонин Д.В.Формы соединений тяжелых металлов в техногенно-загрязненных почвах: Дис. д.б.н. М: МГУ им. М.В. Ломоносова. 2016
40. Лесовая С.Н., Лебедева М.П., Чижикова Н.П., Романов О.В. Генезис почв на красно-бурых глинах и лессовидных суглинках юго-запада среднерусской возвышенности (на примере заповедника «Белогорье») // Почвоведение. 2008. №11. с. 1285–1296.
41. Манджиева С.С., Минкина Т.М., Мотузова Г.В., Головатый С.Е., Мирошниченко Н.Н., Лукашенко Н.К., Фатеев А.И. Фракционно-групповой состав соединений цинка и свинца как показатель экологического состояния почв // Почвоведение. 2014. № 5. С. 632 -640
42. Маслénкова Г. Л., Русакова Г. Н. Структурообразование в разбавленных суспензиях под влиянием полимеров // Почвоведение. 1971. № 9. с.144-148.
43. Матинян Н.Н. Почвообразование на ленточных глинах озерно-ледниковых равнин Северо-Запада России.-СПб., 2003.-200 с.
44. Матинян И.Н., Дергачёва М.И. Гумусовый профиль полугидроморфных почв на ленточных глинах // Вести. ЛГУ. Биол. 1988. №2. с.90-96.
45. Минкина Т.М., Мотузова Г.В., Назаренко О.Г. Взаимодействие тяжелых металлов с органическим веществом чернозема обыкновенного//Почвоведение.2006.№7. с.804-811.

46. Минкина Т.М., Мотузова Г.В., Назаренко О.Г., Крыщенко В.С., Манджиева С.С. Комбинированный прием фракционирования соединений металлов в почвах // Почвоведение. 2008. №11. с. 1324-1333.
47. М-МВИ 80-2008 «Методика выполнения измерений массовой доли элементов в пробах почв, грунтов и донных отложениях методами атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии».
48. Мухаммад Д.Х. Взаимодействие тяжелых металлов (медь и цинк) с органическими и минеральными компонентами почв : Дис. к.б.н. М: МГУ им. М.В. Ломоносова. 2009
49. Нестеренкова В.А., Афонова Н.Л. Растворова О. Г. Оценка способов удаления органического вещества при изучении физико-химических свойств почв // Вестн. ЛГУ, 1983, с. 118—119.
50. Овчинникова М.Ф. Особенности трансформации гумусовых веществ разных условиях землепользования (на примере дерново-подзолистой почвы): Дис. д.б.н. М: МГУ им. М.В. Ломоносова. 2009
51. Орлов Д. С. Гумусовые кислоты почв М.: Изд-во Моск. ун-та, 1974
52. Орлов Д. С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990.
53. Орлов Д.С. Химия почв. Издательство: МГУ, 1985 г.
54. Орлова Н. Е., Бакина Л. Г., Орлова Е. Е.. Методы изучения содержания и состава гумуса Издательство СПбГУ, 2007 .- 148 с.
55. Пачепский Я.А. Математические модели физико-химических процессов в почвах. Москва, «Наука», 1990, – 188 с.
56. Пинский Д.Л. Ионнообменные процессы в почвах. Пущино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1997. 166 с.
57. Пинский Д.Л., Фиала К. Значение ионного обмена и образования труднорастворимых соединений в поглощении Cu^{2+} и Pb^{2+} почвами // Почвоведение. 1985. №9. С. 30-37.
58. Плеханова И.О., Кленова О.В., Кутукова Ю.Д. Влияние осадков сточных вод на содержание и фракционный состав тяжелых металлов в супесчаных дерново-подзолистых почвах // Почвоведение. 2001. № 4. С. 496-503.
59. Плеханова И.О., Бамбушева В.А. Экстракционные методы изучения состояния тяжелых металлов в почвах и их сравнительная оценка. // Почвоведение, 2010. №9. С. 1081-1088. Понизовский А.А., Мироненко Е.В. Механизмы поглощения свинца (II) почвами // Почвоведение. 2001. № 4. С. 418-429.

60. Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв: Методическое руководство /Под ред. Е.В.Шеина. – М.: Изд-во МГУ, 2001.– 200 с.
61. Попов А.И., Игамбердиев В.М., Алексеев Ю.В. Статистическая обработка экспериментальных данных: Методическое пособие. — СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2009. 50 с.
62. Почвы Ленинградской области. Под ред. В.К. Пестрякова. Л.:Лениздат,1973.- 344 с.
63. Практикум по агрохимии /Под ред. акад. РАСХН В.Г. Минеева. М.: МГУ, 2001.
64. Растворова О.Г. Физика почв (практическое руководство). Л.: Издательство: Ленинградский государственный университет, 1990 г.
65. Растворова О.Г., Андреев Д.П., Гагарина Э.И., Федорова Н.Н. Химический анализ почв. СПб: Издательство: Санкт-Петербургский ун-та, 1995 г. – 264с.
66. Растворова О.Г., Зуев В.С., Федорова Н.Н. Методические указания к курсу «Энергетика почвенной влаги» (Гигроскопическая область влажности) Л.: Издательство: Ленинградский государственный университет, 1990 г.
67. РД 52.18.286-90 «Методика выполнения измерений массовой доли водорастворимых форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия, кобальта, хрома, марганца) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом»
68. Романова Т.А. Водный режим почв Беларуси - Минск: ИВЦ Минфина, 2015 - 144с.
69. Русаков А.В. Почвы и почвенный покров Ямской степи.-СПб.:Изд-во С.-Петерб.ун-та, 2012.-216 с.
70. Смагин А.В. , Садовникова Н.Б., Назарова Т.В. , Кирюшова А.Б. , Машика А.В. , Еремина А.М. Влияние органического вещества на водоудерживающую способность почв// Почвоведение. 2004. № 3. с. 312-321.
71. Смагин А.В. Агрегатный уровень организации песчаных почв. // Почвоведение, 1993, №6. с. 16-23.
72. Соколова Т. А., Трофимов С. Я. — Сорбционные свойства почв. Адсорбция. Катионный обмен: Учебное пособие по некоторым главам химии почв Издательство: Гриф и К, 2009
73. Сукачева Е.Ю. Реконструкция почвенного покрова территории Санкт-Петербурга до начала строительства города / Сб. тез. Материалы VI съезда Докучаевского общества почвоведов «Почвы – национальное достояние России».2004 – Новосибирск.: изд-во «Наука-центр».
74. Теории и методы физики почв / Под ред. Шеина Е.В., Карпачевского Л.О. М.: Гриф и К, 2007. - 616 с.

75. Трофимов С.Я, Горшкова Е.И., Салпагарова И.А. Ионный обмен и адсорбция в почвах. Издательство: КДУ, 2008
76. Хан Д. В. Органо-минеральные соединения и структура почвы.- М.: Наука, 1969.
77. Харитонов Г. В. , Витязев В. Г.Изотермы сорбции водяного пара почвами Почвоведение 2000, №4. с.446-453
78. Шеин Е.В. Курс физики почв. Изд. МГУ, М., 2005 – 431 с.
79. Dixon J.B., Schulze D.G. (Ed.) Soil Mineralogy with Environmental Application. Madison, Wisconsin, USA, 2002 – p 866.
80. Gillman G.P., Fox R.L. Increase in the Cation Exchange Capacity Of Variable Charge Soils Following Superphosphate Application. Soil Science Society of America Journal 1980 v. 44 N 5, p. 934-938
81. Gupta, S.C., Larson. W.E. 1979. Estimating soil water retention characteristics from particle size distribution, organic matter content, and bulk density. Water Resour. Res. 15:1633-1635
82. Kahr. G., Madsen, F.T., 1995. Determination of the cation exchange capacity and the surface area of bentonite, illite and kaolinite by methylene blue adsorption. Applied Clay Science 9, 327–336.
83. Oke T.R. The micrometeorology of the urban forest//Quart.J. Royal Meteor.Soc.1990.V.324.P.335-349
84. Phelps, G.W., Harris, D.L., 1968. Specific surface and dry strength by methylene blue adsorption. Ceramic Bulletin 47 (12), 1146–1150.
85. Saxton K. E., Rawls W. J. Soil Water Characteristic Estimates by Texture and Organic Matter for Hydrologic Solutions //Soil Sci. Soc. Am. J. 2006. № 70 p.1569–1578.
86. Schmidt M.W.I. Noack A.G.Black carbon in soils and sediments: analysis, distribution, implication, and current challenges// Glob.Biogeochem.Cycles.2000. V.14.P.777-793
87. Schnitzer M. Humic Substances, chemistry and reactions. In: “Soil Organic Matter Studies”, Amsterdam, 1978
88. Shirazi M.A., Boersma L., Hart J.W. A unifying quantitative analysis of soil texture // Soil Sci. of Am., 1998, V.52. p.181-190.
89. Simitzis J.,Sfyrakis J.//Journal of applied polymer science. 1994.Vol. 54, №13. p. 2091-2099.
90. Yukselen, Y., Kaya, A., 2006. Comparison of methods for determining specific surface area of soils. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE 132 (7), 931–936.

91. http://www.zaroved.net/index.php/News/Регионы/Северо-Западный-округ/Ленинградская_область/Тосненский_район дата обращения: 05.05.2016
92. https://ru.wikipedia.org/wiki/Климат_Санкт-Петербурга дата обращения: 06.05.2016

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Карта расположения разрезов городских почв



Приложение 2. Фотографии и морфологическое описание разрезов городских почв

Разрез 4



Фото разреза 4. Урбиквазизем легкосуглинистый

Местоположение: СПб, Невский р-н, ул. Бабушкина, 49	
Макрорельеф: центральная часть Приневской низменности	
Мезорельеф: пологий склон с уклоном на северо-восток	
Микрорельеф: практически ровная территория с небольшими понижениями и повышениями.	
Растительность: газонные травы	
Морфологическое описание разреза:	
AYur1 (0–5 см)	Свежий, буровато-серый, легкосуглинистый, мелкокомковатый с тенденцией к зернистости, агрегаты от 2 мм до 1 см, уплотненный. Содержит включения щебня, фрагментов кирпича, полиэтилена, фольги. Переход в следующий горизонт постепенный. Наблюдается слабая реакция на 10 % HCl.
AYur2 (5–10 см)	Свежий, светло-буровато-серый, легкосуглинистый, комковато-ореховатый, агрегаты от 2 мм до 20 мм. Плотнее предыдущего. Содержит включения щебня, фрагментов кирпича, полиэтилена, фольги. Редкие включения корней. Наблюдается слабая реакция на 10 % HCl.
Наименование почвы по КиДПР (2004): <i>урбиквазизем легкосуглинистый</i>	

Разрез 5



Фото разреза 5. Почва дерново-подзолистая урбистратифицированная

<p>Местоположение: СПб, Невский р-н, парк им. И.В.Бабушкина</p> <p>Макрорельеф: центральная часть Приневской низменности</p> <p>Мезорельеф: выровненный участок</p> <p>Микрорельеф: небольшие повышения-понижения</p> <p>Растительность: газонные травы</p> <p>Почвообразующая порода: ленточные глины</p>	
Морфологическое описание разреза:	
AYur1 (0–16)	Свежий, буровато-серый, легкосуглинистый, мелкокомковатый, уплотнённый в верхней части, более плотный снизу. Включения корней трав, деревьев, включения кирпичей и угольков. Переход в следующий горизонт постепенный.
AY2ur (16-28)	Свежий, бурый с серым оттенком, легкосуглинистый, но тяжелее верхнего, мелкокомковатый, более плотный, чем вышележащий, корней меньше. Переход ясный по цвету и гранулометрическому составу, граница слабоволнистая.
EL (28-44)	Свежий, светло-палевый, неясно-слоистый, по гранулометрическому составу легкосуглинистый, легче вышележащего, менее плотный, чем вышележащий. Включения угольков и дресвы. Переход ясный по цвету и гранулометрическому составу, граница языковатая.

BEL (44–58)	Свежий, окраска неоднородная: от тёмно-бурого до палевого, внутripедная масса (ВПМ) буровато-желтая, среднесуглинистый, ореховато-комковатый, очень плотный, по граням структурных отдельностей глинистые кутаны, по ним – скелетаны. Присутствуют корневины, заполненные материалом вышележащего горизонта. Переход постепенный.
BT (58–66)	Свежий, окраска неоднородная: от тёмно-бурого до палевого со светлыми пятнами (темнее предыдущего), глинистый, очень плотный, структура ореховато-призматическая, гумусово-глинистые кутаны, по ним скелетаны.
C (68–83)	Ленточная глина.
Наименование почвы по КиДПР (2004): дерново-подзолистая урбистратифицированная легкосуглинистая на ленточных глинах	

Приложение 3. Карта местоположения разрезов в Тосненском районе Ленинградской области



Приложение 4. Фотографии и морфологическое описание разрезов в Тосненском районе Ленинградской области

Разрез МЛ_7 «Лисино-лес»



Фото разреза МЛ_7 и ландшафта почвенного ареала

Местоположение: ЛО, Тосненский р-н, Лисинский лесхоз, южная граница пос. Лисино-Корпус (59°25'11.9"N 30°40'33.0"E)

Макрорельеф: Мгинско-Тосненская равнина

Мезорельеф: Плоская славодреннированная равнина

Микрорельеф: Пристволовые повышения-понижения

Растительность:

Древесная растительность здесь представлена смешанным лесом (ель, осина, береза, подрост ольхи, рябины). В напочвенном покрове: зеленый мох, кислица, злаки, костяника, черника, папоротник-орляк.

Почвообразующая порода: озерно-ледниковые (ленточные) глины с признаками оглеения, подстилаемые на глубине 1,1 м озерными супесями

Морфологическое описание разреза:

О (0+5 см)

Оторфованная подстилка. Верхняя часть(2-3 см) представлена мало- и средне разложившимися растительными остатками, хвоей. Очень рыхлая, темно-бурая, влажная, пачкает руки. Нижняя часть – хорошо разложившаяся, пронизана корнями, встречаются веточки, хвоя, листья, насыщена влагой. Хорошо отделяется от минерального горизонта. Граница волнистая, переход ясный по цвету.

AEI (0–5 см)	Влажный, палево-серый, глинистый, хорошо оструктурен, комковатый, пронизан крупными и мелкими корнями, рыхлый. Переход заметный, ясный по цвету
EL (5–17 см)	Свежий, желтовато-палевый (самый светлый в профиле), глинистый, хорошо оструктурен, плитчатый, уплотненный (плотнее предыдущего), очень мелкие Fe-Mn конкреции, примазки, в нижней части горизонта Fe-Mn примазок увеличивается, обилие корней, переход постепенный по окраске, плотности и структуре.
BELg (17–37 см)	Свежий, неоднородной окраски (светло-бурая с белесовато-сизыми пятнами). На срезе внутрисредная масса светлее, чем на гранях структурных отдельностей. Глинистый, крупно-ореховато-призматический. При усилии разламывается на более мелкие орехи, плотнее предыдущего. В верхней части присутствуют Fe-Mn конкреции, резко уменьшается количество корней. Переход заметный по плотности и окраске, граница слабоволнистая.
BMt,g (37–69 см)	Свежий, неоднородной окраски (коричневый с сизыми пятнами), темнее вышележащего, глинистый, хорошо оструктурен, разламывается на орешки, но с трудом, плотный. По граням структурных отдельностей сизые пленки, граница ровная, переход резкий по цвету.
BCg (69–90 см)	Свежий, неоднородной окраски (темно-бурая, желтовато-палево-сизая), глинистый, однородный по гранулометрическому составу, ореховато-плитчатый, плотный, редкие Fe-Mn примазки.
Cg (90–110 см)	Ленточная глина. Влажный, переработанные крупные ленты толщиной 2-3 см, шоколадный слой с отдельными тонкими светлоокрашенными прослойками глина, светлый слой – буровато-палевый, присутствуют следы мелких корней.
Dg (110–130см)	Крупнозернистый, окатанный, полимиктовый, хорошо сортированный песок, неоднородно окрашен, коричневатый с сизоватыми затеками, насыщен влагой.
Наименование почвы по КиДПР (2004): <i>элювиально-метаморфическая глинисто-иллювирированная глееватая на ленточных глинах, подстилаемых озерными супесями</i>	

Разрез «Лисино-огород»



Фото разреза «Лисино-огород»

Местоположение: ЛО, Тосненский р-н, пос. Лисино-Корпус

Макрорельеф: Мгинско-Тосненская равнина

Выровненный мезо- и микрорельеф

Растительность: с/х культуры, сорная

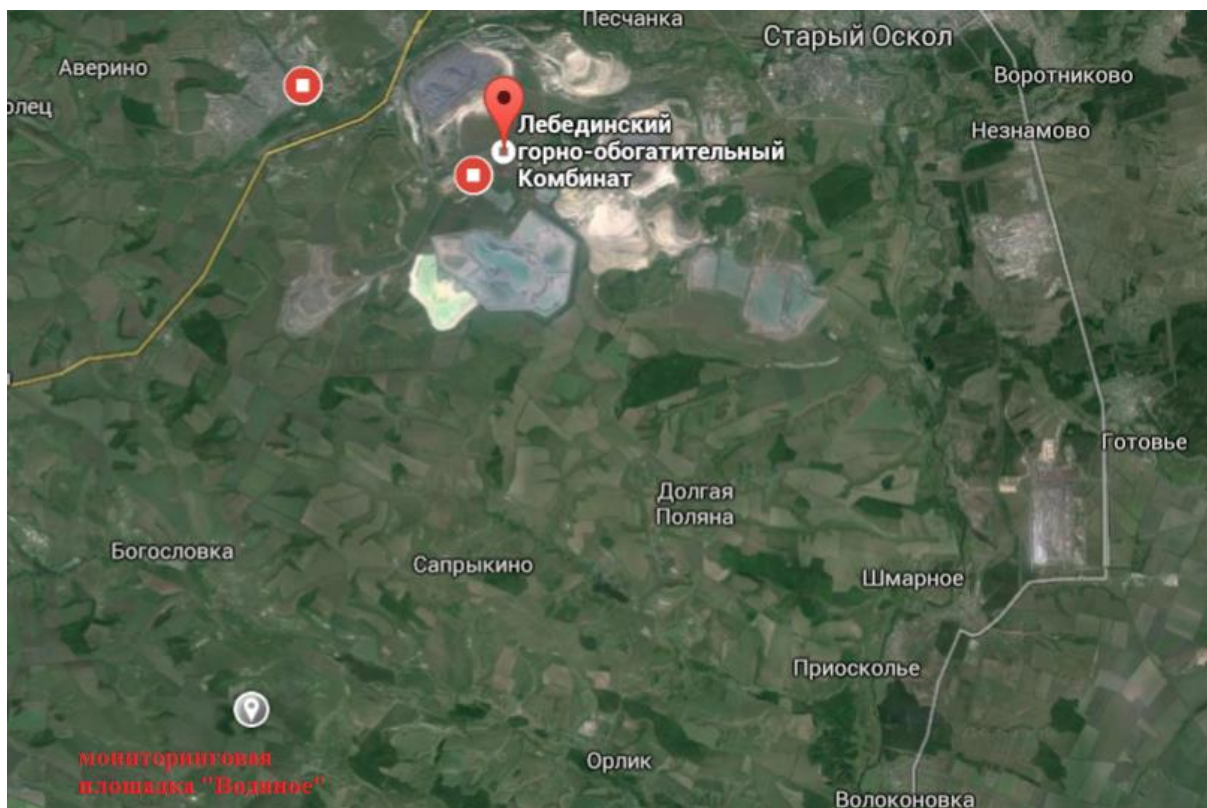
Почвообразующая порода: на озерно-ледниковые (ленточные) глины

Морфологическое описание разреза:

P1 (0–24 см)	Свежий, темно-серый с буроватым оттенком, среднесуглинистый, мелкокомковатый (комковато-зернистый), уплотненный. Включения корней. Переход постепенный.
P2 (24–43 см).	Влажный, светлее предыдущего, среднесуглинистый, комковато-ореховатый, более плотный. Включения корней. Переход ясный, граница слабоволнистая.
ELg (43–52 см).	Выражен по всем стенкам, но фрагментарно. Влажный, светло-серый с палевым оттенком, сизоватые и ржавые пятна. Среднесуглинистый, уплотненный. По лицевой стенке разреза присутствует прямая кротовина. Переход резкий, граница волнистая, языковато-волнистая.
Cg (52–100 см).	Влажный, неоднородно окрашен: на общем желтовато-буром фоне прослеживаются охристые пятна и сизоватые вертикальные заклинки. Тяжелосуглинистый, плотный. Единичные корни.

По КиДПР (2004) *агродерново-элювозем глубокопахотный среднесуглинистый глееватый на озерно-ледниковых (ленточных) глинах*

Приложение 5. Карта местоположения разрезов и мониторинговой площадки «Водяное» в Ямской степи зап. «Белогорье»



Приложение 6. Морфологическое описание и фотографии почвенных разрезов в заповеднике «Белогорье»

Разрез «Водяное-лес-15»



Фото разреза «Водяное-лес-15» и ландшафта почвенного ареала

Местоположение разреза: мониторинг. площадка «Водяное», уч. «Ямская степь» заповедника «Белогорье» (Белгородская область). Расстояние от мониторинговой точки «Водяное» 140 метров (51,08172° N, 37,52158° E).

Макрорельеф: юго-западный склон Среднерусской возвышенности.

Мезорельеф: средняя часть склона западной экспозиции.

Микрорельеф: Пристволовые повышения-понижения

Растительность:

I ярус: дуб черешчатый, белая акация;

II ярус: клён платановидный, белая акация;

III ярус: клён платановидный;

В подлеске: клен татарский, клен полевой, бересклет бородавчатый, боярышник, жимолость татарская, лещина;

в подросте: клён платановидный.

Травяно-кустарничковый ярус: сныть, звездчатка, копытень, крапива двудомная, купена, фиалка. Присутствуют пятна мертвопокровника.

Почвообразующая порода: бурые глины

Морфологическое описание разреза:

О (0+4 см)

Подстилка, состоящая из опада дуба, клёна

	платановидного (листья разной степени разложенности, веточки).
AY1 (0–15 см)	Сухой, тёмно-серый, тяжелосуглинистый, ореховато-комковатый, рыхлый. Содержит отмытые зёрна кварца, включения корней древесной и травянистой растительности. Переход ясный по обилию корней и структуре, граница слабоволнистая.
AY2 (15–23 см)	Сухой, серый с буроватым оттенком, тяжелосуглинистый, ореховато-комковатый, уплотнён. Содержит отмытые зёрна кварца, корни древесной растительности в меньшем количестве. Переход постепенный по структуре, граница слабоволнистая.
AY3 (23–40(45) см)	Свежий, буровато-серый, тяжелосуглинистый – ближе к тяжёлому, мелко-средне ореховато-комковатый, уплотнён. Содержит отмытые зёрна кварца, червороины. Переход по структуре, граница слабоволнистая.
AYe4 (40(45)–55(60) см)	Свежий, буровато-серый, глинистый, ореховатый, плотный, пористый. Содержит отмытые зёрна кварца по граням структурных отдельностей, редкие корни. Переход ясный по цвету, плотности и структуре, граница волнистая.
BM (55(60)–107 см)	Свежий, палевый с бурым оттенком, глинистый, призматически-тонкоплитчатый, тонкие поры. Содержит тонкие единичные марганцевые плёнки по граням структурных отдельностей и во внутриведной массе. Переход постепенный, граница слабоволнистая.
BCt (107–150 см).	Свежий, бурый с серым оттенком, глинистый, призматический с тенденцией к плитчатости. Тонкие марганцевые плёнки присутствуют в меньшем количестве.
По КидПР (2004) почва классифицируется как <i>серая метаморфическая типичная среднеспонная тяжелосуглинистая на бурых глинах</i>	

Разрез «Водяное-степь-15»



Фото разреза «Водяное-степь-15» и ландшафта почвенного ареала

Местоположение разреза: мониторинг. площадка «Водяное», уч. **«Ямская степь» заповедника «Белогорье» (Белгородская область)**. Расстояние от мониторинговой точки «Водяное» 100 метров (51,08167 N, 37,52357 E).

Макрорельеф: юго-западный склон Среднерусской возвышенности.

Мезорельеф: нижняя часть склона левого борта балки южной экспозиции (17 метров от балки).

Растительность: морковь дикая, полынь полевая, репешок обыкновенный, типчак, овсяница гигантская, подмаренник жёлтый, василёк шероховатый, клевер, земляника зеленая, люцерна, зверобой, шалфей, латук дикий, тысячелистник, щавель водный, чернокорень лекарственный.

Почвообразующая порода: бурые глины

Морфологическое описание разреза:	
О (0+3 см)	Степной войлок, корни травянистой растительности.
AU1 (0–28 см)	Увлажненный, тёмно-серый до чёрного, тяжелосуглинистый, зернисто-комковатый, уплотнённый. Содержит обильные корни травянистой растительности, редкие отбеленные зёрна кварца. Переход заметный по цвету и структуре, граница слабоволнистая.
AU2 (28–64 см)	Свежий, почти сухой, тёмно-серый, среднесуглинистый, зернисто-порошистый. Содержит меньше корней, редкие отмытые зёрна

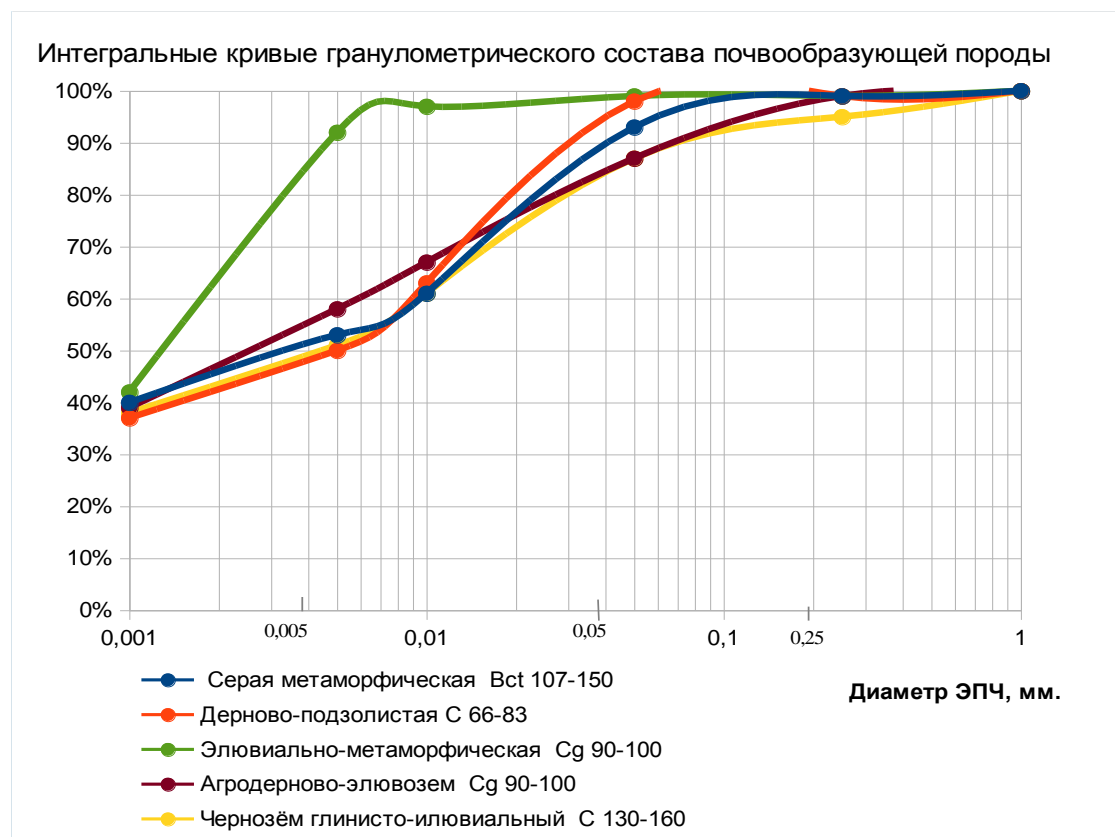
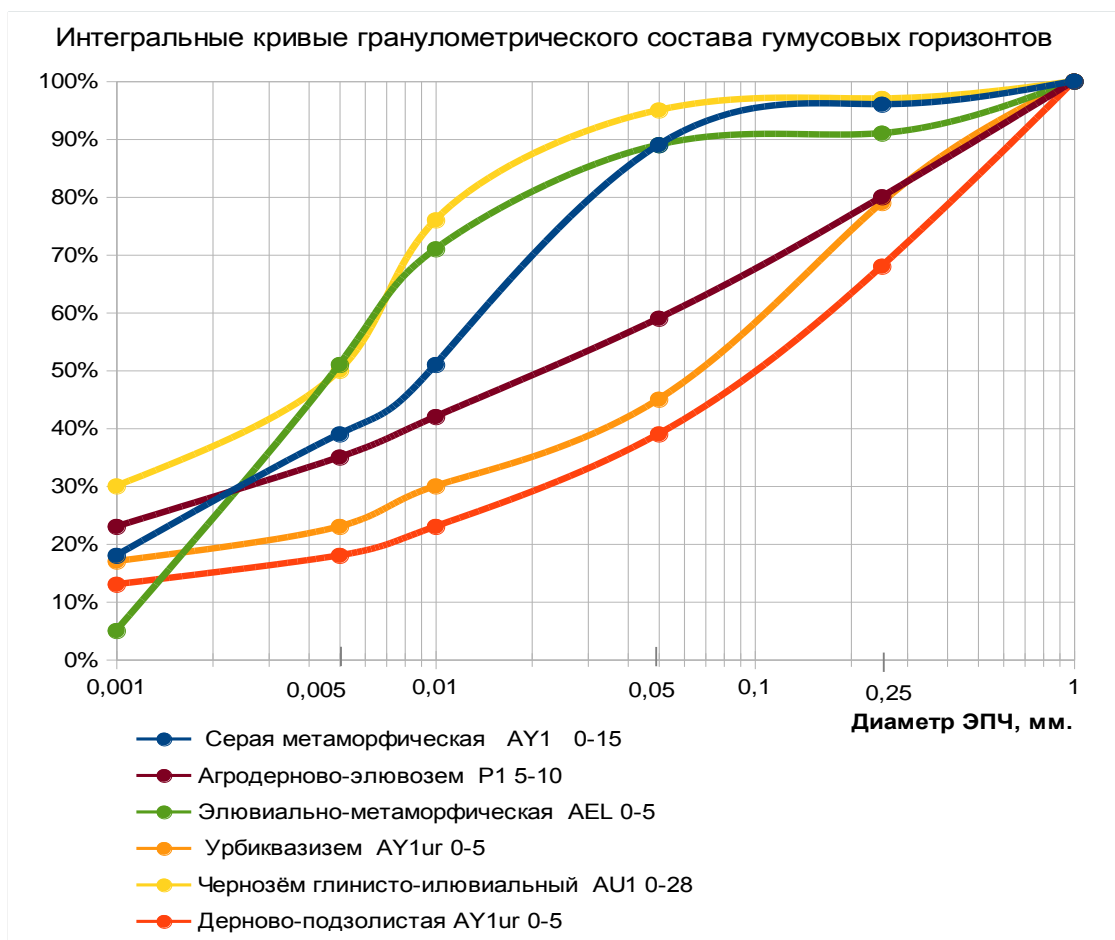
	кварца. Переход ясный по структуре и цвету, граница слабоволнистая.
AB (64–103 см)	Свежий, буровато-тёмно-серый, тяжелосуглинистый, ореховато-призматический, плотный. Встречаются редкие корни, тонкие глинистые кутаны по граням структурных отдельностей. Переход резкий по цвету, граница волнистая.
BI (103–130 см)	Увлажнённый, буровато-палевый, тяжелосуглинистый, ореховато-призматическая структура, пористый. Содержит тонкие глинистые кутаны по граням структурных отдельностей. Переход постепенный.
C (130–160 см)	Увлажнённый, палевый с буроватым оттенком, тяжелосуглинистый, глыбистый. Тонкие единичные глинистые кутаны по ходам корней и граням структурных отдельностей. Примечание к описанию. Во всем профиле выражены прямые и обратные слепышины.
По современной классификации почва диагностируется как <i>Чернозём глинисто-иллювиальный мощный типичный глинистый на бурых глинах.</i>	

Приложение 7. Результаты определения гранулометрического состава

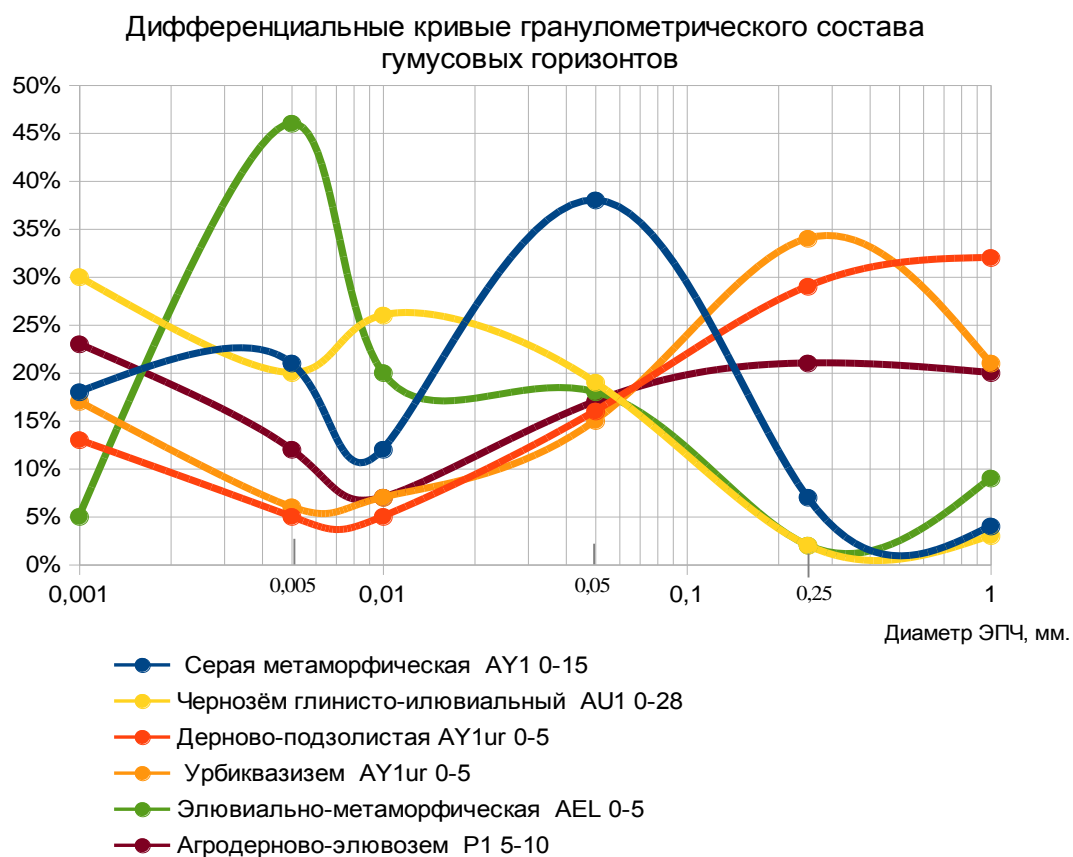
Горизонт	Глубина отбора образцов, см	ГВ	Содержание фракций элементарных почвенных частиц (%) диаметром (мм)								Класс по гран.составу
			1,00 - 0,25	0,25 - 0,05	0,05 - 0,01	0,01 - 0,005	0,005 - 0,001	< 0,001	<0,01		
			песок		пыль			ил	физ.глина		
			крупн. и средн.	мелкий	крупная	средняя	мелкая				
р.Водяное-лес-15 (Ямская степь). Серая метаморфическая типичная среднесиловая тяжелосуглинистая на бурых глинах											
AY1	0-10	6,96	4	7	38	12	21	18	51	суглинок тяжелый	
AY2	15-20	6,41	2	5	40	13	22	18	53	суглинок тяжелый	
AY3	30-40	6,78	2	2	36	12	20	28	60	суглинок тяжелый	
AYe4	45-55	5,61	1	2	34	10	21	32	63	глина легкая	
BM	70-90	12,72	1	3	33	7	17	39	63	глина легкая	
BCt	120-140	8,71	1	6	32	8	13	40	61	глина легкая	
р.Водяное-степь-15 (Ямская степь). Чернозём глинисто-иллювиальный мощный типичный глинистый на бурых глинах											
AU1	0-20	5,84	3	2	19	26	20	30	76	глина средняя	
AU2	30-50	8,62	2	1	38	13	16	30	59	суглинок тяжелый	
AB	65-75	8,13	1	7	31	11	16	34	61	глина легкая	
	85-100	6,20	1	4	35	11	16	33	60	суглинок тяжелый	
BI	110-120	6,38	1	13	28	10	10	38	58	суглинок тяжелый	
C	140-150	7,28	5	8	26	10	13	38	61	глина легкая	
р.5 Парк им. Бабушкина (СПб). Дерново-подзолистая урбистратифицированная легкосуглинистая на ленточных глинах											
AYur1	0-5	1,65	32	29	16	5	5	13	23	суглинок легкий	
AYur1	5-16	0,98	30	27	15	4	10	14	28	суглинок легкий	
AYur2	16-28	0,94	17	38	15	7	6	17	30	суглинок легкий	
EL	28-44	0,62	9	39	21	6	8	17	31	суглинок средний	
BEL	44-58	2,56	2	21	20	12	13	32	57	глина легкая	
BT	58-66	1,78	1	13	26	9	15	36	60	глина легкая	
C	66-83	1,74	1	1	35	13	13	37	63	глина легкая	
р.4 (СПб, ул.Бабушкина, 49). Урбиквазимем легкосуглинистый											
AY1ur	0-5	1,77	21	34	15	7	6	17	30	суглинок легкий	
AY2ur	5-10	1,39	31	26	15	4	10	14	28	суглинок легкий	
р.МЛ-7 (Лисино лес, ЛО, Тосненский р-н). Элювиально-метаморфическая глинисто-иллювиальная глееватая на ленточных глинах, подстилаемых озерными супесями											

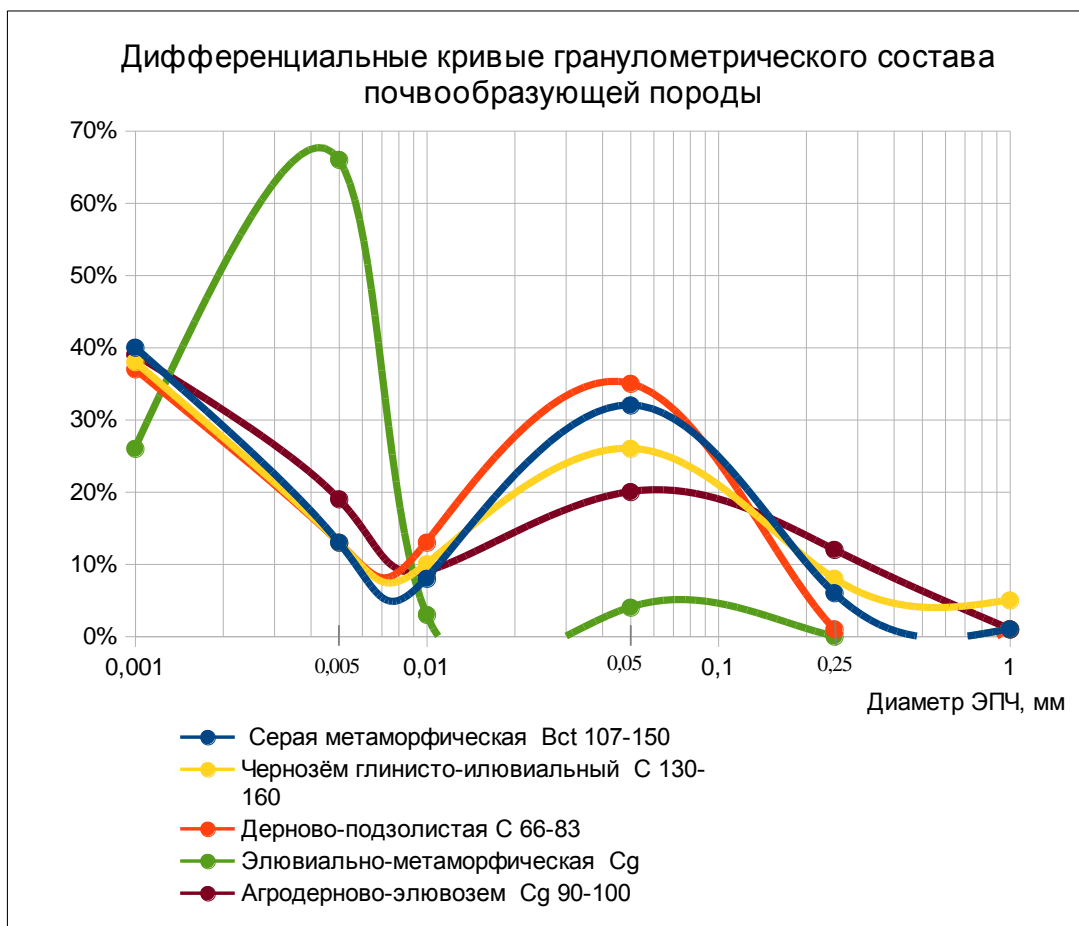
Горизонт	Глубина отбора образцов, см	ГВ	Содержание фракций элементарных почвенных частиц (%) диаметром (мм)							
			1,00 - 0,25	0,25 - 0,05	0,05 - 0,01	0,01 - 0,005	0,005 - 0,001	< 0,001	<0,01	Класс по гран.составу
			песок		пыль			ил	физ.глина	
			крупн. и средн.	мелкий	крупная	средняя	мелкая			
AEL	0-5	4,99	9	2	18	20	46	5	71	глина средняя
EL	5-10	2,42	4	0	10	25	54	7	86	глина тяжелая
	10-15	2,64	9	0	6	24	54	7	85	глина тяжелая
	15-20	1,81	8	1	11	19	53	8	80	глина тяжелая
BEL	20-25	2,32	8	0	8	13	67	4	84	глина тяжелая
	25-30	2,33	7	1	3	20	60	9	89	глина тяжелая
	30-35	3,10	6	0	3	17	61	13	91	глина тяжелая
	35-40	3,87	6	0	3	13	61	17	91	глина тяжелая
BMt,g	40-45	3,83	5	0	2	15	59	19	93	глина тяжелая
	45-50	4,36	3	0	3	14	56	24	94	глина тяжелая
	50-55	4,29	0	0	5	9	55	31	95	глина тяжелая
	55-60	2,14	1	0	5	8	51	35	94	глина тяжелая
	60-65	3,79	2	0	3	13	55	27	95	глина тяжелая
	65-70	3,23	1	0	5	15	49	30	94	глина тяжелая
BCg	70-75	3,25	1	0	4	11	56	28	95	глина тяжелая
	75-80	2,67	1	0	2	23	56	18	97	глина тяжелая
	80-90	4,51	1	0	1	19	61	18	98	глина тяжелая
Cg	90-100	3,18	1	0	4	3	66	26	95	глина тяжелая
	100-110	2,29	1	0	2	5	50	42	97	глина тяжелая
Dg	110-120	1,82	36	0	5	4	41	14	59	глина легкая
	120-130	0,97	37	36	7	3	12	5	20	супесь
р. Лисино огород (ЛЮ, Тосненский р-н). Агродерново-элювозем глубокопахотный среднесуглинистый глееватый на озерно-ледниковых (ленточных) глинах										
P1	0-10	2,50	23	23	17	7	12	18	37	суглинок средний
P2	30-40	1,19	2	17	20	12	13	36	61	глина легкая
Elg	40-50	1,73	1	16	20	12	13	38	63	глина легкая
Cg	95-100	2,45	1	13	22	9	19	36	64	глина легкая

Приложение 8. Интегральные кривые гранулометрического состава



Приложение 9. Дифференциальные кривые гранулометрического состава





Приложение 10. Результаты определения удельной поверхности по методу БЭТ в образцах до и после удаления органического вещества

Разрез	Горизонт	So, м ² /г (по БЭТ)	Se, м ² /г (по Фарреру)	Si
Дерново-подзолистая урбистратифицированная легкосуглинистая на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	AYur1(5-16)	29,0	17,6	11,4
	C	42,0	31,2	10,8
	AY1 (5-16) с уд OB	21,5	10,2	11,3
	C с уд OB	47,2	23,9	23,3
Урбиквазизем легкосуглинистый	AYur1	35,1	16,6	18,5
	AYur2	33,4	24,6	8,7
	AYur1c уд OB	24,9	17,3	7,6
	AYur2c уд OB	22,7	12,7	9,9
Элювиально-метаморфическая глинисто-иллювиальная глееватая на ленточных глинах, подстилаемая озерными супесями	AEL	45,5	27,4	18,1
	Cg	73,2	43,6	29,6
	Dg	19,8	2,6	17,1
	AELc уд OB	26,5	10,9	15,6
	Cgc уд OB	77,3	53,0	24,3
Агродерново-элювозем глубокопахотный среднесуглинистый глееватый на озерно-ледниковых (ленточных)	P1	52,4	36,2	16,1
	Cg	72,5	45,0	27,5
	P1c уд OB	26,8	15,1	11,7
	Cgc уд OB	78,3	52,8	25,5

Разрез	Горизонт	So, м ² /г (по БЭТ)	Se, м ² /г (по Фарреру)	Si
глинах				
Серая метаморфическая типичная среднемощная тяжелосуглинистая на бурых глинах	AY1	101,1	56,9	44,2
	AY2	100,9	65,1	35,8
	AY3	101,7	62,2	39,5
	AYe4	92,7	69,6	23,1
	BCt	107,1	71,3	35,8
	AY1c уд OB	61,3	46,7	14,6
	AY2c уд OB	64,4	48,8	15,6
	AY3c уд OB	75,4	53,4	22,0
	AYe4c уд OB	83,5	52,8	30,7
	BCtc уд OB	115,2	82,2	33,0
Чернозём глинисто-иллювиальный мощный типичный глинистый на бурых глинах	AU1	98,1	65,1	33,0
	AU2	101,0	65,0	36,0
	C	115,0	73,1	41,9
	AU1c уд OB	73,9	47,1	26,9
	AU2c уд OB	89,1	46,1	43,1
	Cc уд OB	114,0	77,0	36,8

Результаты изменения внешней удельной поверхности в образцах гумусовых горизонтов после обработки перекисью водорода

Разрез	Горизонт	C, %	Сост, %	Se до обработки, м²/г	Se после обработки, м²/г	Se до/ Se после
Дерново-подзолистая урбистратифицированная легкосуглинистая на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	AYur1(5-16)	5,9	1,1	17,6	10,2	1,7
Урбиквазизем легкосуглинистый	AYur1	3,6	1,3	16,6	17,3	1,0
	AYur2	3,4	1,1	24,6	12,7	1,9
Элювиально-метаморфическая глинисто-иллювирированная глееватая на ленточных глинах, подстилаемая озерными супесями	AEL	2,6	0,4	27,4	10,9	2,5
Агродерново-элювозем глубокопахотный среднесуглинистый глееватый на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	P1	5,8	0,9	36,2	15,1	2,4
Серая метаморфическая типичная среднесуглинистая на бурых глинах	AY1	4,8	0,9	56,9	46,7	1,2
	AY2	3,5	0,8	65,1	48,8	1,3
	AY3	2,6	0,5	62,2	53,4	1,2
	AYe4	1,8	0,3	69,6	52,8	1,3
Чернозём глинисто-иллювиальный мощный типичный глинистый на бурых глинах	AU1	3,6	1,1	65,1	47,1	1,4
	AU2	2,5	0,8	65,0	46,1	1,4

Результаты изменения внутренней удельной поверхности в образцах гумусовых горизонтов после обработки перекисью водорода

Разрез	Горизонт	C, %	Сост, %	Si до обработки, м²/г	Si после обработки, м²/г	Si до/ Si после
Дерново-подзолистая урбистратифицированная легкосуглинистая на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	AYur1(5-16)	5,9	1,1	11,4	11,3	1,0
Урбиквазизем легкосуглинистый	AYur1	3,6	1,3	18,5	7,6	2,4
	AYur2	3,4	1,1	8,7	9,9	0,9
Элювиально-метаморфическая глинисто-иллювирированная глееватая на ленточных глинах, подстилаемая озерными супесями	AEL	2,6	0,4	18,1	15,6	1,2
Агродерново-элювозем глубокопахотный среднесуглинистый глееватый на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	P1	5,8	0,9	16,1	11,7	1,4
Серая метаморфическая типичная среднесуглинистая на бурых глинах	AY1	4,8	0,9	44,2	14,6	3,0
	AY2	3,5	0,8	35,8	15,6	2,3
	AY3	2,6	0,5	39,5	22,0	1,8
	AYe4	1,8	0,3	23,1	30,7	0,8
Чернозём глинисто-иллювиальный мощный типичный глинистый на бурых глинах	AU1	3,6	1,1	33,0	26,9	1,2
	AU2	2,5	0,8	36,0	43,1	0,8

Результаты изменения внешней и внутренней удельной поверхности в образцах минеральных горизонтов:

Разрез	Горизонт	C, %	Сост, %	So, м ² /г	So после обработки, м ² /г	So / So после	Se, м ² /г	Se после обработки, м ² /г	Se/ Se после	Si , м ² /г	Si после обработки, м ² /г	Si до/ Si после
Дерново-подзолистая урбистратифицированная легкосуглинистая на озерно- ледниковых (ленточных) глинах	C	0,2	0,1	42,0	47,2	0,9	31,2	23,9	1,3	10,8	23,3	0,5
Элювиально-метаморфическая глинисто-иллювирированная глееватая на ленточных глинах, подстилаемая озерными супесями	Cg	0,4	0,1	73,2	77,3	0,9	43,6	53,0	0,8	29,6	24,3	1,2
Агродерново-элювозем глубокопахотный среднесуглинистый глееватый на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	Cg	0,2	0,1	72,5	78,3	0,9	45,0	52,8	0,9	27,5	25,5	1,1
Серая метаморфическая типичная среднемощная тяжелосуглинистая на бурых глинах	BCt	0,3	0,1	107,1	115,2	0,9	71,3	82,2	0,9	35,8	33,0	1,1
Чернозём глинисто-иллювиальный мощный типичный глинистый на бурых глинах	C	0,1	0,0	115,0	114,0	1,0	73,1	77,0	0,9	41,9	36,8	1,1

Приложение 11. Результаты статистической обработки данных определения равновесных влажностей с помощью программы Excel

Среднее арифметическое (после преобразования Фишера)	Xcp
Ошибка средней	Sx
Коэффициент варьирования	V, %
Относительная ошибка средней	P, %
Доверительный интервал	t*Sx
Дисперсия	s ²
Стандартное отклонение	s

Разрез	Горизонт	нае раствор	K ₂ SO ₄	KCl	NaCl	NH ₄ NO ₃	MgCl ₂ ·6H ₂ O	2K(CH ₃ COO)·3H ₂ O	NaOH·H ₂ O	2K(CH ₃ COO)·3H ₂ O	MgCl ₂ ·6H ₂ O	NH ₄ NO ₃	NaCl	KCl	K ₂ SO ₄
		p/p _i	0,97	0,84	0,75	0,62	0,33	0,22	0,07	0,22	0,33	0,62	0,75	0,84	0,97
		стат хар-ки выборки с преобразованием Фишера	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %
Дерново-подзолистая урбистратифицированная	AYur1(5-16)	Xcp	4,07	2,70	2,21	1,80	1,33	1,20	0,91	1,07	1,20	1,60	1,84	2,06	4,07
		Sx	0,030	0,004	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,030
		V, %	1,3	0,3	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	1,3
		P, %	0,7	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
		t*Sx	0,13	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13
		s ²	0,0027	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0027
		s	0,0522	0,0068	0,0003	0,0012	0,0019	0,0019	0,0009	0,0018	0,0009	0,0004	0,0002	0,0000	0,0522
	C	Xcp	6,35	4,17	3,37	2,60	1,79	1,50	1,07	1,44	1,68	2,30	2,86	3,37	6,35
		Sx	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
		V, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		P, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		t*Sx	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		s ²	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		s	0,0009	0,0007	0,0010	0,0001	0,0008	0,0002	0,0013	0,0005	0,0008	0,0005	0,0004	0,0003	0,0009
	AY1 (5-16) с уд ОБ	Xcp	1,40	1,14	0,94	0,63	0,59	0,58	0,27	0,63	0,72	0,99	1,20	1,30	1,40
		Sx	0,001	0,000	0,000	0,005	0,000	0,002	0,000	0,001	0,002	0,007	0,008	0,008	0,001
		V, %	0,1	0,0	0,0	1,4	0,0	0,6	0,0	0,3	0,4	1,2	1,1	1,0	0,1
		P, %	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	0,4	0,0	0,2	0,2	0,7	0,6	0,6	0,1
		t*Sx	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,03	0,03	0,03	0,00
		s ²	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0002	0,0002	0,0000
		s	0,0015	0,0003	0,0001	0,0086	0,0001	0,0038	0,0002	0,0019	0,0031	0,0118	0,0134	0,0135	0,0015
	C с уд ОБ	Xcp	3,27	2,97	2,51	1,55	1,43	1,42	0,95	1,60	1,79	2,34	2,67	2,99	3,27
		Sx	0,002	0,003	0,004	0,001	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002
		V, %	0,1	0,2	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
		P, %	0,1	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
		t*Sx	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
		s ²	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		s	0,0033	0,0059	0,0065	0,0013	0,0003	0,0003	0,0000	0,0146	0,0005	0,0001	0,0001	0,0006	0,0033

Разрез	Горизонт	нас раствор	K ₂ SO ₄	KCl	NaCl	NH ₄ NO ₃	MgCl ₂ ·6H ₂ O	2K(CH ₃ COO)·3H ₂ O	NaOH·H ₂ O	2K(CH ₃ COO)·3H ₂ O	MgCl ₂ ·6H ₂ O	NH ₄ NO ₃	NaCl	KCl	K ₂ SO ₄
		p/p ₀	0,97	0,84	0,75	0,62	0,33	0,22	0,07	0,22	0,33	0,62	0,75	0,84	0,97
		стат хар-ки выборки с преобразованием Фишера	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %
Урбиквазизем легкосуглинист ый	AYur1	Xcp	5,06	3,49	2,73	2,27	1,63	1,43	1,03	1,30	1,43	1,80	2,15	2,70	5,06
		Sx	0,008	0,017	0,015	0,005	0,004	0,002	0,004	0,015	0,000	0,000	0,000	0,003	0,008
		V, %	0,3	0,8	1,0	0,4	0,5	0,2	0,6	2,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,3
		P, %	0,1	0,5	0,6	0,2	0,3	0,1	0,4	1,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
		t*Sx	0,03	0,07	0,06	0,02	0,02	0,01	0,02	0,06	0,00	0,00	0,00	0,02	0,06
		s ²	0,0002	0,0009	0,0007	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002
		s	0,0131	0,0296	0,0261	0,0083	0,0075	0,0033	0,0063	0,0259	0,0008	0,0001	0,0008	0,0049	0,0131
	AYur2	Xcp	4,94	3,35	2,67	2,15	1,57	1,37	0,98	1,21	1,36	1,90	2,20	2,62	4,94
		Sx	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		V, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		P, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		t*Sx	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		s ²	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		s	0,0001	0,0002	0,0000	0,0001	0,0002	0,0000	0,0005	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001
	AYur1c уд OB	Xcp	1,38	1,08	0,77	0,55	0,51	0,47	0,15	0,54	0,62	0,81	1,03	1,23	1,38
		Sx	0,002	0,002	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,002	0,000	0,002
		V, %	0,2	0,3	0,1	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	0,2
		P, %	0,1	0,2	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,1
		t*Sx	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
		s ²	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		s	0,0031	0,0036	0,0006	0,0021	0,0000	0,0006	0,0002	0,0000	0,0016	0,0003	0,0035	0,0001	0,0031
	AYur2c уд OB	Xcp	1,30	1,15	0,92	0,60	0,58	0,55	0,23	0,62	0,71	0,94	1,13	1,21	1,30
		Sx	0,031	0,000	0,004	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	0,031
		V, %	4,3	0,0	0,7	0,3	0,0	0,3	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,0	4,3
		P, %	2,5	0,0	0,4	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	2,5
		t*Sx	0,13	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13
		s ²	0,0029	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0029
		s	0,0534	0,0000	0,0065	0,0016	0,0001	0,0017	0,0000	0,0001	0,0014	0,0016	0,0019	0,0000	0,0534

Разрез	Горизонт	нас раствор	K ₂ SO ₄	KCl	NaCl	NH ₄ NO ₃	MgCl ₂ ·6H ₂ O	2K(CH ₃ COO)·3H ₂ O	NaOH·H ₂ O	2K(CH ₃ COO)·3H ₂ O	MgCl ₂ ·6H ₂ O	NH ₄ NO ₃	NaCl	KCl	K ₂ SO ₄
		p/p ₀	0,97	0,84	0,75	0,62	0,33	0,22	0,07	0,22	0,33	0,62	0,75	0,84	0,97
		стат хар-ки выборки с преобразованием Фишера	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %
Элювиально-метаморфическая	AEL	Xcp	5,30	3,83	3,18	2,70	2,05	1,85	1,55	1,75	1,90	2,30	2,51	2,96	5,30
		Sx	0,002	0,002	0,002	0,001	0,000	0,001	0,005	0,004	0,003	0,000	0,048	0,002	0,002
		V, %	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,6	0,4	0,2	0,0	3,3	0,1	0,1
		P, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,1	0,0	1,9	0,1	0,0
		t*Sx	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	0,26	0,01	0,02
		s ²	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0070	0,0000	0,0000
		s	0,0042	0,0030	0,0027	0,0022	0,0004	0,0012	0,0094	0,0076	0,0045	0,0001	0,0837	0,0032	0,0042
	Cg	Xcp	12,87	7,72	5,96	4,60	3,10	2,50	1,72	2,43	2,89	4,10	5,27	6,35	12,87
		Sx	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		V, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		P, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		t*Sx	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		s ²	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		s	0,0004	0,0025	0,0012	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0000	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0004
	Dg	Xcp	1,14	0,85	0,71	0,62	0,60	0,58	0,40	0,62	0,76	0,91	1,09	1,10	1,14
		Sx	0,028	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,028
		V, %	4,3	0,2	0,6	0,0	0,1	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3
		P, %	2,5	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5
		t*Sx	0,12	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12
		s ²	0,0024	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0024
		s	0,0490	0,0020	0,0041	0,0002	0,0003	0,0003	0,0017	0,0003	0,0001	0,0004	0,0005	0,0001	0,0490
	AELc уд OB	Xcp	1,93	1,63	1,43	0,90	0,83	0,78	0,45	0,89	0,96	1,26	1,54	1,70	1,93
		Sx	0,002	0,002	0,001	0,003	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002
		V, %	0,2	0,2	0,1	0,6	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2
		P, %	0,1	0,1	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
		t*Sx	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
		s ²	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		s	0,0030	0,0030	0,0019	0,0051	0,0000	0,0005	0,0000	0,0051	0,0002	0,0001	0,0003	0,0036	0,0030
	Cgc уд OB	Xcp	6,38	5,71	4,71	2,56	2,40	2,39	2,00	2,50	3,14	4,25	5,06	5,75	6,38
		Sx	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002
		V, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		P, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		t*Sx	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
		s ²	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		s	0,0026	0,0012	0,0005	0,0002	0,0000	0,0001	0,0000	0,0012	0,0001	0,0003	0,0004	0,0019	0,0026

Разрез	Горизонт	нас раствор	K ₂ SO ₄	KCl	NaCl	NH ₄ NO ₃	MgCl ₂ ·6H ₂ O	2K(CH ₃ COO)·3H ₂ O	NaOH·H ₂ O	2K(CH ₃ COO)·3H ₂ O	MgCl ₂ ·6H ₂ O	NH ₄ NO ₃	NaCl	KCl	K ₂ SO ₄
		p/p _i	0,97	0,84	0,75	0,62	0,33	0,22	0,07	0,22	0,33	0,62	0,75	0,84	0,97
		стат хар-ки выборки с преобразованием Фишера	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %
Агродерново-элювомзем	P1	Xcp	7,56	5,21	4,16	3,37	2,48	2,20	1,61	1,93	2,16	2,90	3,40	4,02	7,56
		Sx	0,006	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,006
		V, %	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
		P, %	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
		t*Sx	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,05
		s ²	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001
		s	0,0111	0,0008	0,0017	0,0007	0,0003	0,0006	0,0000	0,0003	0,0005	0,0003	0,0019	0,0009	0,0111
	Cg	Xcp	12,83	7,72	5,96	4,56	3,07	2,47	1,67	2,38	2,86	4,30	5,34	6,28	12,83
		Sx	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		V, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		P, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		t*Sx	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		s ²	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		s	0,0003	0,0016	0,0000	0,0003	0,0003	0,0002	0,0004	0,0003	0,0003	0,0001	0,0001	0,0007	0,0003
	P1с уд ОБ	Xcp	1,93	1,52	1,44	0,94	0,90	0,88	0,60	0,97	1,03	1,35	1,67	1,76	1,93
		Sx	0,024	0,022	0,023	0,024	0,000	0,011	0,002	0,000	0,009	0,016	0,034	0	0,024
		V, %	2,2	2,5	2,7	4,4	0,0	2,1	0,5	0,0	1,5	2,1	3,6	0,01	2,2
		P, %	1,3	1,4	1,6	2,6	0,0	1,2	0,3	0,0	0,9	1,2	2,1	0,01	1,3
		t*Sx	0,11	0,09	0,10	0,10	0,00	0,05	0,01	0,00	0,04	0,07	0,15	0,00	0,11
		s ²	0,0018	0,0014	0,0016	0,0018	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0002	0,0008	0,0036	0,0000	0,0018
		s	0,0423	0,0375	0,0397	0,0421	0,0002	0,0183	0,0036	0,0002	0,0155	0,0279	0,0596	0,0002	0,0423
	Cgc уд ОБ	Xcp	3,85	3,23	2,10	1,67	1,61	1,57	1,45	1,70	1,99	2,60	3,03	3,50	3,85
		Sx	0,001	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001
		V, %	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		P, %	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		t*Sx	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		s ²	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		s	0,0010	0,0052	0,0005	0,0000	0,0004	0,0001	0,0005	0,0010	0,0001	0,0004	0,0009	0,0002	0,0010

Разрез	Горизонт	нас раствор	K ₂ SO ₄	KCl	NaCl	NH ₄ NO ₃	MgCl ₂ ·6H ₂ O	2K(CH ₃ COO)·3H ₂ O	NaOH·H ₂ O	2K(CH ₃ COO)·3H ₂ O	MgCl ₂ ·6H ₂ O	NH ₄ NO ₃	NaCl	KCl	K ₂ SO ₄
		p/p ₂	0,97	0,84	0,75	0,62	0,33	0,22	0,07	0,22	0,33	0,62	0,75	0,84	0,97
		стат хар-ки выборки с преобразованием Фишера	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %
Серая метаморфическая	AY1	Xcp	11,33	8,22	7,25	6,96	4,90	3,69	2,50	3,45	4,03	6,00	6,90	7,55	11,33
		Sx	0,003	0,004	0,006	0,003	0,001	0,001	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,000	0,003
		V, %	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
		P, %	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
		t*Sx	0,01	0,02	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
		s ²	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		s	0,0053	0,0071	0,0103	0,0044	0,0016	0,0025	0,0005	0,0002	0,0050	0,0005	0,0010	0,0004	0,0057
	AY2	Xcp	11,30	8,22	7,32	6,98	5,04	3,66	2,40	3,30	4,01	5,90	6,88	7,42	11,30
		Sx	0,005	0,004	0,001	0,002	0,001	0,004	0,001	0,001	0,005	0,000	0,001	0,009	0,005
		V, %	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,1
		P, %	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0
		t*Sx	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,02
		s ²	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	0,0001
		s	0,0095	0,0071	0,0023	0,0030	0,0009	0,0070	0,0010	0,0016	0,0080	0,0005	0,0016	0,0151	0,0095
	AY3	Xcp	11,20	8,47	7,54	7,19	5,12	3,52	2,54	3,33	3,91	6,13	7,09	7,40	11,20
		Sx	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
		V, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		P, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		t*Sx	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		s ²	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		s	0,0007	0,0009	0,0023	0,0022	0,0002	0,0000	0,0005	0,0005	0,0000	0,0002	0,0009	0,0002	0,0007
	AYe4	Xcp	10,10	7,80	7,09	6,90	4,97	3,30	2,30	3,16	3,70	5,89	6,87	7,07	10,10
		Sx	0,014	0,001	0,018	0,036	0,000	0,006	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,006	0,014
		V, %	0,1	0,0	0,3	0,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
		P, %	0,1	0,0	0,2	0,5	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
		t*Sx	0,06	0,00	0,08	0,16	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,06
		s ²	0,0004	0,0000	0,0006	0,0026	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0004
		s	0,0195	0,0010	0,0251	0,0512	0,0005	0,0085	0,0002	0,0002	0,0018	0,0010	0,0005	0,0090	0,0195
	BCt	Xcp	11,65	8,44	7,82	7,43	5,20	3,62	2,40	3,40	4,22	6,30	7,40	8,02	11,65
		Sx	0,001	0,012	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
		V, %	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		P, %	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		t*Sx	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		s ²	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		s	0,0009	0,0214	0,0010	0,0009	0,0000	0,0003	0,0002	0,0010	0,0001	0,0000	0,0000	0,0002	0,0009

Разрез	Горизонт	нас раствор	K ₂ SO ₄	KCl	NaCl	NH ₄ NO ₃	MgCl ₂ ·6H ₂ O	2K(CH ₃ COO)·3H ₂ O	NaOH·H ₂ O	2K(CH ₃ COO)·3H ₂ O	MgCl ₂ ·6H ₂ O	NH ₄ NO ₃	NaCl	KCl	K ₂ SO ₄
		p/p ₀	0,97	0,84	0,75	0,62	0,33	0,22	0,07	0,22	0,33	0,62	0,75	0,84	0,97
		стат хар-ки выборки с преобразованием Фишера	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %
Серая метаморфическая	AY1c уд ОБ	Xcp	5,39	5,17	3,94	2,04	1,87	1,83	1,40	1,96	2,43	3,56	4,48	5,23	5,39
		Sx	0,003	0,001	0,003	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003
		V, %	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
		P, %	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
		t*Sx	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
		s ²	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	AY2c уд ОБ	s	0,0057	0,0014	0,0045	0,0001	0,0007	0,0001	0,0010	0,0007	0,0007	0,0002	0,0002	0,0002	0,0057
		Xcp	5,51	5,08	4,01	2,16	2,05	2,00	1,50	2,10	2,55	3,69	4,60	5,31	5,51
		Sx	0,003	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,003
		V, %	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
		P, %	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
		t*Sx	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
	AY3c уд ОБ	s ²	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		s	0,0048	0,0023	0,0000	0,0012	0,0002	0,0012	0,0005	0,0007	0,0026	0,0007	0,0003	0,0002	0,0048
		Xcp	6,34	5,99	4,80	2,58	2,49	2,35	1,90	2,48	3,04	4,41	5,23	6,11	6,34
		Sx	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,002
		V, %	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1
		P, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
	AYe4c уд ОБ	t*Sx	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01
		s ²	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
		s	0,0032	0,0018	0,0005	0,0007	0,0002	0,0008	0,0005	0,0005	0,0001	0,0081	0,0003	0,0002	0,0032
		Xcp	6,76	6,21	5,09	2,80	2,73	2,54	2,00	2,69	3,33	4,69	5,57	6,41	6,76
		Sx	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		V, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BC1c уд ОБ	P, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		t*Sx	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		s ²	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		s	0,0001	0,0008	0,0000	0,0010	0,0003	0,0009	0,0003	0,0003	0,0004	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001
		Xcp	7,61	6,99	6,34	3,87	3,51	3,44	2,90	3,80	4,63	5,97	6,75	7,10	7,61
		Sx	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
	BC1c уд ОБ	V, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		P, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		t*Sx	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		s ²	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		s	0,0002	0,0001	0,0000	0,0013	0,0012	0,0001	0,0003	0,0032	0,0001	0,0007	0,0016	0,0008	0,0002

Разрез	Горизонт	нас раствор	K ₂ SO ₄	KCl	NaCl	NH ₄ NO ₃	MgCl ₂ ·6H ₂ O	2K(CH ₃ COO)·3H ₂ O	NaOH·H ₂ O	2K(CH ₃ COO)·3H ₂ O	MgCl ₂ ·6H ₂ O	NH ₄ NO ₃	NaCl	KCl	K ₂ SO ₄
		p/p ₀	0,97	0,84	0,75	0,62	0,33	0,22	0,07	0,22	0,33	0,62	0,75	0,84	0,97
		стат хар-ки выборки с преобразованием Фишера	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %	Wp, %
Чернозём глинисто- илловидный	AU1	Xcp	12,04	8,71	7,74	7,38	5,50	3,58	2,50	3,23	3,96	5,70	6,40	7,59	12,04
		Sx	0,020	0,036	0,037	0,032	0,000	0,008	0,013	0,005	0,010	0,008	0,017	0,045	0,020
		V, %	0,3	0,7	0,8	0,7	0,0	0,4	0,1	0,1	0,4	0,2	0,4	1,0	0,3
		P, %	0,2	0,4	0,5	0,4	0,0	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2	0,6	0,2
		t*Sx	0,09	0,15	0,16	0,14	0,00	0,03	0,06	0,02	0,04	0,03	0,07	0,19	0,09
		s ²	0,0012	0,0039	0,0040	0,0030	0,0000	0,0002	0,0005	0,0001	0,0003	0,0002	0,0009	0,0060	0,0012
		s	0,0345	0,0622	0,0634	0,0548	0,0005	0,0141	0,0226	0,0082	0,0178	0,0140	0,0296	0,0772	0,0345
	AU2	Xcp	11,52	7,92	7,89	7,58	5,40	3,60	2,40	3,50	3,98	5,60	6,30	7,71	11,55
		Sx	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,003	0,005	0,001	0,000
		V, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0
		P, %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
		t*Sx	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00
		s ²	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
		s	0,0004	0,0009	0,0000	0,0012	0,0001	0,0009	0,0005	0,0009	0,0006	0,0057	0,0088	0,0012	0,0004
	C	Xcp	14,00	9,41	8,63	8,17	6,30	3,92	2,60	3,50	4,57	6,30	6,80	8,79	14,00
		Sx	0,008	0,011	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,002	0,000	0,006	0,014	0,000	0,008
		V, %	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
		P, %	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
		t*Sx	0,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,06	0,00	0,03
		s ²	0,0002	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0004	0,0000	0,0002
		s	0,0133	0,0191	0,0007	0,0005	0,0009	0,0001	0,0001	0,0032	0,0004	0,0090	0,0195	0,0004	0,0133
	AU1с уд OB	Xcp	5,98	5,43	4,80	2,48	2,20	2,18	1,59	2,35	2,89	4,20	5,26	5,52	5,98
		Sx	0,012	0,020	0,016	0,000	0,022	0,001	0,013	0,001	0,000	0,000	0,000	0,004	0,012
		V, %	0,3	0,7	0,5	0,0	1,7	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3
		P, %	0,2	0,4	0,3	0,0	1,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2
		t*Sx	0,05	0,09	0,07	0,00	0,10	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,05
		s ²	0,0004	0,0013	0,0007	0,0000	0,0015	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0004
		s	0,0204	0,0354	0,0270	0,0006	0,0389	0,0009	0,0226	0,0016	0,0003	0,0000	0,0004	0,0077	0,0204
	AU2с уд OB	Xcp	6,87	6,10	5,40	3,10	2,82	2,69	2,19	3,00	3,56	4,60	5,70	6,15	6,87
		Sx	0,001	0,001	0,000	0,035	0,024	0,016	0,009	0,001	0,010	0,004	0,000	0,001	0,001
		V, %	0,0	0,0	0,0	1,9	1,4	1,1	0,7	0,0	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0
		P, %	0,0	0,0	0,0	1,1	0,8	0,6	0,4	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0
		t*Sx	0,00	0,00	0,00	0,15	0,10	0,07	0,04	0,00	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00
		s ²	0,0000	0,0000	0,0000	0,0037	0,0017	0,0008	0,0002	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
		s	0,0015	0,0009	0,0003	0,0606	0,0411	0,0285	0,0151	0,0013	0,0169	0,0064	0,0000	0,0013	0,0015
	Cc уд OB	Xcp	8,25	7,10	6,00	4,18	3,92	3,59	2,90	3,80	4,59	5,78	6,31	7,19	8,25
		Sx	0,058	0,003	0,002	0,010	0,001	0,001	0,008	0,058	0,000	0,000	0,003	0,002	0,058
		V, %	1,226	0,069	0,038	0,431	0,036	0,039	0,4	1,226	0,014	0,009	0,072	0,049	1,226
		P, %	0,708	0,040	0,022	0,249	0,021	0,022	0,2	0,708	0,008	0,005	0,041	0,029	0,708
		t*Sx	0,25	0,01	0,01	0,04	0,00	0,00	0,03	0,25	0,00	0,00	0,01	0,01	0,25
		s ²	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0002	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
		s	0,101	0,005	0,003	0,018	0,001	0,001	0,0133	0,101	0,001	0,001	0,005	0,004	0,101

Приложение 12. Результаты статистической обработки данных определения тяжелых металлов в вытяжках с помощью программы Excel

Наименование почвы	горизонт	глубина , см	Содержание мкг/л	Дисперсия	Станд. Откл.	Коэф. Вариации, %	Ошибка выборочной средней	Относительная ошибка средней	Доверительный интервал
аммонийно-ацетатная вытяжка (pH=4,8)									
Cd									
Элювиально-метаморфическая глинисто-иллювирированная глееватая на ленточных глинах, подстилаемая озерными супесями	AEL	0-5	-1,61	0,05	0,22	13,51	0,13	7,80	0,54
	EL	5-17	-1,77	0,23	0,48	27,39	0,28	15,81	1,20
	BEL	17-37	-2,35	0,11	0,32	13,84	0,19	7,99	0,81
	BMt,g	37-69	-2,51	0,04	0,21	8,28	0,12	4,78	0,52
	BCg	69-90	-1,56	0,49	0,70	44,98	0,41	25,97	1,74
	Cg	90-110	-1,31	0,84	0,92	70,03	0,53	40,43	2,27
	Dg	110-130	-2,85	0,02	0,14	4,75	0,08	2,74	0,34
Агродерново-элювозем глубокопахотный среднесуглинистый глееватый на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	P1	0-24	4,40	0,57	0,76	17,25	0,44	9,96	1,88
	P2	24-43	4,37	0,40	0,63	14,48	0,37	8,36	1,57
	Elg	43-52	-2,16	0,13	0,35	16,39	0,20	9,46	0,88
	Cg	52-100	-2,47	0,32	0,56	22,82	0,32	13,17	1,40
Серая метаморфическая типичная среднеспонгиозная тяжелосуглинистая на бурых глинах	AY1	0-15	2,04	0,02	0,16	7,60	0,09	4,39	0,39
	AY2	15-23	1,19	0,01	0,08	6,33	0,04	3,66	0,19
	AY3	23-40	0,19	0,04	0,21	107,88	0,12	62,28	0,52
	AYe4	40 -55	-0,39	0,20	0,45	115,62	0,26	66,75	1,11
	BM	55-107	-1,66	0,13	0,36	21,42	0,21	12,37	0,88
	BCt	107-150	-0,57	0,28	0,53	93,13	0,31	53,77	1,32
Чернозём глинисто-иллювиальный мощный типичный глинистый на бурых глинах	AU1	0-28	1,14	0,02	0,13	11,65	0,08	6,73	0,33
	AU2	28-64	0,43	0,50	0,71	166,44	0,41	96,09	1,76
	AB	64-80	-0,15	0,03	0,17	108,30	0,10	62,53	0,41
		80-103	0,38	0,08	0,29	75,75	0,17	43,73	0,72
	BI	103-130	-1,17	0,18	0,42	35,83	0,24	20,69	1,04
	C	130-160	0,89	0,46	0,68	76,49	0,39	44,16	1,69

Наименование почвы	горизонт	глубина , см	Содержание мкг/л	Дисперсия	Станд. Откл.	Коэф. Вариации, %	Ошибка выборочной средней	Относительная ошибка средней	Доверительный интервал
Сд образцы с уд ОБ									
Дерново-подзолистая урбистратифицированная легкосуглинистая на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	AY1ur	5-16	8,45	0,24	0,49	5,76	0,28	3,32	1,21
	C	66 - 83	-1,31	0,50	0,71	53,86	0,41	31,10	1,75
Урбиквазем легкосуглинистый	AY1ur	0-5	12,59	5,31	2,30	18,31	1,33	10,57	5,72
	AY2ur	5-10	10,48	0,09	0,29	2,81	0,17	1,62	0,73
Элювиально- метаморфическая глинисто- иллювирированная глееватая на ленточных глинах, подстилаемая озерными супесями	AEL	0-5	-0,66	1,04	1,02	154,35	0,59	89,11	2,54
	Cg	90-110	-0,69	0,08	0,28	41,47	0,16	23,94	0,71
	Dg	110-130	-2,51	0,01	0,09	3,39	0,05	1,96	0,21
Агродерново-элювозем глубокопахотный среднесуглинистый глееватый на озерно- ледниковых (ленточных) глинах	P1	0-24	-0,69	0,19	0,44	64,35	0,25	37,15	1,10
	Cg	52-100	1,93	0,08	0,28	14,70	0,16	8,49	0,70
Серая метаморфическая типичная среднемошная тяжелосуглинистая на бурых глинах	AY1	0-15	1,63	1,10	1,05	64,28	0,60	37,11	2,60
	AY2	15-23	1,47	0,18	0,42	28,54	0,24	16,48	1,04
	BCt	107-150	0,47	0,71	0,85	179,16	0,49	103,44	2,10
Чернозём глинисто- иллювиальный мощный	AU1	0-28	3,23	0,34	0,58	18,08	0,34	10,44	1,45

Наименование почвы	горизонт	глубина , см	Содержание мкг/л	Дисперсия	Станд. Откл.	Коэф. Вариации, %	Ошибка выборочной средней	Относительная ошибка средней	Доверительный интервал
типичный глинистый на бурых глинах	AU2	28-64	3,49	0,14	0,37	10,67	0,21	6,16	0,92
	C	130-160	3,05	0,05	0,22	7,09	0,12	4,10	0,54
Cu									
Элювиально- метаморфическая глинисто- иллювирированная глееватая на ленточных глинах, подстилаемая озерными супесями	AEL	0-5	1,73	0,69	0,83	47,92	0,48	27,66	2,06
	EL	5-17	17,56	0,28	0,53	3,04	0,31	1,75	1,32
	BEL	17-37	35,63	3,17	1,78	5,00	1,03	2,89	4,42
	BMt,g	37-69	40,46	3,06	1,75	4,32	1,01	2,49	4,34
	BCg	69-90	22,08	2,68	1,64	7,42	0,95	4,28	4,07
	Cg	90-110	28,56	0,45	0,67	2,35	0,39	1,36	1,66
	Dg	110-130	14,60	0,41	0,64	4,37	0,37	2,53	1,59
Агродерново-элювозем глубокопахотный среднесуглинистый глееватый на озерно- ледниковых (ленточных) глинах	P1	0-24	37,77	0,00	0,04	0,10	0,02	0,06	0,09
	P2	24-43	36,52	2,25	1,50	4,11	0,87	2,37	3,72
	Elg	43-52	17,56	0,41	0,64	3,64	0,37	2,10	1,59
	Cg	52-100	27,37	0,98	0,99	3,62	0,57	2,09	2,46
Серая метаморфическая типичная среднесиловая тяжелосуглинистая на бурых глинах	AY1	0-15	-4,62	1,14	1,07	23,08	0,62	13,32	2,65
	AY2	15-23	-6,99	1,41	1,19	17,00	0,69	9,82	2,95
	AY3	23-40	-4,93	0,74	0,86	17,40	0,50	10,04	2,13
	AYe4	40 -55	-6,20	1,18	1,09	17,55	0,63	10,13	2,70
	BM	55-107	12,47	2,25	1,50	12,04	0,87	6,95	3,73
	BCt	107-150	6,78	3,28	1,81	26,70	1,05	15,42	4,49
Чернозём глинисто- иллювиальный мощный типичный глинистый на бурых глинах	AU1	0-28	-7,13	0,08	0,29	4,02	0,17	2,32	0,71
	AU2	28-64	-9,51	1,27	1,13	11,87	0,65	6,85	2,80
	AB	64-80	-6,34	0,08	0,29	4,52	0,17	2,61	0,71
		80-103	-5,94	0,92	0,96	16,18	0,55	9,34	2,39
	BI	103-130	9,44	1,32	1,15	12,16	0,66	7,02	2,85
	C	130-160	19,28	0,10	0,32	1,67	0,19	0,97	0,80

Наименование почвы	горизонт	глубина , см	Содержание мкг/л	Дисперсия	Станд. Откл.	Коэф. Вариации, %	Ошибка выборочной средней	Относительная ошибка средней	Доверительный интервал
Си образцы с уд ОБ									
Дерново-подзолистая урбистратифицированная легкосуглинистая на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	AY1ur	5-16	2675,17	54,77	7,40	0,28	4,27	0,16	18,37
	C	66 - 83	98,27	0,29	0,54	0,55	0,31	0,32	1,35
Урбиквазизем легкосуглинистый	AY1ur	0-5	3539,23	52,74	7,26	0,21	4,19	0,12	18,03
	AY2ur	5-10	3304,63	19,95	4,47	0,14	2,58	0,08	11,09
Элювиально- метаморфическая глинисто- иллювирированная глееватая на ленточных глинах, подстилаемая озерными супесями	AEL	0-5	21,07	0,45	0,67	3,18	0,39	1,84	1,67
	Cg	90-110	43,60	0,12	0,35	0,81	0,20	0,47	0,87
	Dg	110-130	19,12	0,00	0,04	0,20	0,02	0,11	0,09
Агродерново-элювозем глубокопахотный среднесуглинистый глееватый на озерно- ледниковых (ленточных) глинах	P1	0-24	637,95	2,74	1,65	0,26	0,95	0,15	4,11
	Cg	52-100	53,68	1,31	1,15	2,13	0,66	1,23	2,84
Серая метаморфическая типичная среднесуглинистая на тяжелосуглинистая на бурых глинах	AY1	0-15	263,63	1,21	1,10	0,42	0,64	0,24	2,74
	AY2	15-23	286,08	1,25	1,12	0,39	0,64	0,23	2,77
	BCt	107-150	151,11	1,74	1,32	0,87	0,76	0,50	3,27
Чернозём глинисто- иллювиальный мощный типичный глинистый на бурых глинах	AU1	0-28	213,71	0,75	0,87	0,41	0,50	0,23	2,16
	AU2	28-64	249,65	2,91	1,70	0,68	0,98	0,39	4,23
	C	130-160	66,71	2,20	1,48	2,22	0,86	1,28	3,68
Pb									
Элювиально- метаморфическая глинисто- иллювирированная глееватая на ленточных	AEL	0-5	85,34	11,68	3,42	4,00	1,97	2,31	8,48
	EL	5-17	77,26	123,93	11,13	14,41	6,43	8,32	27,64
	BEL	17-37	62,10	160,53	12,67	20,40	7,32	11,78	31,45
	BMt,g	37-69	89,38	51,55	7,18	8,03	4,15	4,64	17,82
	BCg	69-90	74,22	83,70	9,15	12,33	5,28	7,12	22,71

Наименование почвы	горизонт	глубина , см	Содержание мкг/л	Дисперсия	Станд. Откл.	Коеф. Вариации, %	Ошибка выборочной средней	Относительная ошибка средней	Доверительный интервал
глинах, подстилаемая озерными супесями	Cg	90-110	94,42	27,43	5,24	5,55	3,02	3,20	13,00
	Dg	110-130	43,92	107,17	10,35	23,57	5,98	13,61	25,70
Агродерново-элювозем глубокопахотный среднесуглинистый глееватый на озерно- ледниковых (ленточных) глинах	P1	0-24	386,15	27,36	5,23	1,35	3,02	0,78	12,99
	P2	24-43	777,27	388,24	19,70	2,54	11,38	1,46	48,92
	Elg	43-52	97,93	10,75	3,28	3,35	1,89	1,93	8,14
	Cg	52-100	65,12	31,86	5,64	8,67	3,26	5,00	14,01
Серая метаморфическая типичная среднемощная тяжелосуглинистая на бурых глинах	AY1	0-15	97,40	11,64	3,41	3,50	1,97	2,02	8,47
	AY2	15-23	82,26	31,84	5,64	6,86	3,26	3,96	14,01
	AY3	23-40	67,12	5,11	2,26	3,37	1,31	1,94	5,61
	AYe4	40 -55	80,23	14,90	3,86	4,81	2,23	2,78	9,58
	BM	55-107	199,24	26,43	5,14	2,58	2,97	1,49	12,76
	BCt	107-150	159,39	123,42	11,11	6,97	6,41	4,02	27,58
Чернозём глинисто- иллювиальный мощный типичный глинистый на бурых глинах	AU1	0-28	84,74	3,32	1,82	2,15	1,05	1,24	4,52
	AU2	28-64	73,14	11,62	3,41	4,66	1,97	2,69	8,46
	AB	64-80	68,60	53,42	7,31	10,66	4,22	6,15	18,15
		80-103	67,59	30,89	5,56	8,22	3,21	4,75	13,80
	BI	103-130	70,10	16,65	4,08	5,82	2,36	3,36	10,13
	C	130-160	100,83	10,71	3,27	3,25	1,89	1,87	8,13
Рb образцы с уд ОВ									
Дерново-подзолистая урбистратифицированная легкосуглинистая на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	AY1ur	5-16	2166,25	304,37	17,45	0,81	10,07	0,46	43,31
	C	66 - 83	88,69	27,27	5,22	5,89	3,02	3,40	12,96
Урбиквазем легкосуглинистый	AY1ur	0-5	2402,30	32,33	5,69	0,24	3,28	0,14	14,12
	AY2ur	5-10	1226,22	149,19	12,21	1,00	7,05	0,58	30,32
Элювиально- метаморфическая глинисто- иллювиальная глееватая на ленточных	AEL	0-5	117,13	4,23	2,06	1,76	1,19	1,01	5,11
	Cg	90-110	123,19	16,72	4,09	3,32	2,36	1,92	10,15
	Dg	110-130	51,50	86,59	9,31	18,07	5,37	10,43	23,10

Наименование почвы	горизонт	глубина , см	Содержание мкг/л	Дисперсия	Станд. Откл.	Коэф. Вариации, %	Ошибка выборочной средней	Относительная ошибка средней	Доверительный интервал
глинах, подстилаемая озерными супесями									
Агродерново-элювозем глубокопахотный среднесуглинистый глееватый на озерно- ледниковых (ленточных) глинах	P1	0-24	519,74	14,84	3,85	0,74	2,22	0,43	9,56
	Cg	52-100	119,60	14,90	3,86	3,23	2,23	1,86	9,58
Серая метаморфическая типичная среднесуглинистая на тяжелосуглинистая на бурых глинах	AY1	0-15	172,49	3,32	1,82	1,06	1,05	0,61	4,52
	AY2	15-23	164,41	5,12	2,26	1,38	1,31	0,79	5,62
	BCt	107-150	350,41	14,84	3,85	1,10	2,22	0,63	9,56
Чернозём глинисто- иллювиальный мощный типичный глинистый на бурых глинах	AU1	0-28	166,81	51,26	7,16	4,29	4,13	2,48	17,77
	AU2	28-64	194,00	77,02	8,78	4,52	5,07	2,61	21,79
	C	130-160	228,23	77,00	8,77	3,84	5,07	2,22	21,78
Водная вытяжка									
Cd									
Дерново-подзолистая урбистратифицированная легкосуглинистая на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	AY1ur	0-5	-1,58	1,70	1,30	82,78	0,75	47,79	3,24
	AY1ur	5-16	-1,78	0,08	0,29	16,24	0,17	9,38	0,72
	AY2ur	16 - 28	-1,53	0,38	0,62	40,45	0,36	23,35	1,54
	C	66 - 83	-1,88	0,29	0,54	28,69	0,31	16,56	1,34
Урбиквазизем легкосуглинистый	AY1ur	0-5	-1,01	0,43	0,26	43,00	0,54	55,00	1,80
	AY2ur	5-10	-1,14	0,47	0,69	60,30	0,40	34,81	1,70
Элювиально- метаморфическая глинисто- иллювиальная глееватая на ленточных глинах, подстилаемая озерными супесями	AEL	0-5	-2,31	0,02	0,13	5,78	0,08	3,34	0,33
	Cg	90-110	-2,79	0,33	0,58	20,59	0,33	11,89	1,43
	Dg	110-130	-2,71	1,31	1,14	42,17	0,66	24,35	2,84
Агродерново-элювозем глубокопахотный среднесуглинистый глееватый на озерно-	P1	0-24	-1,80	0,69	0,83	46,17	0,48	26,65	2,06
	Cg	52-100	-0,98	0,05	0,23	23,05	0,13	13,31	0,56

Наименование почвы	горизонт	глубина , см	Содержание мкг/л	Дисперсия	Станд. Откл.	Коэф. Вариации, %	Ошибка выборочной средней	Относительная ошибка средней	Доверительный интервал
ледниковых (ленточных) глинах									
Серая метаморфическая типичная среднемощная тяжелосуглинистая на бурых глинах	AY1	0-15	-1,75	0,17	0,42	23,85	0,24	13,77	1,03
	AY2	15-23	-2,41	1,90	1,38	57,14	0,80	32,99	3,42
	BCt	107-150	-2,31	0,49	0,70	30,34	0,41	17,52	1,74
Чернозём глинисто- иллювиальный мощный типичный глинистый на бурых глинах	AU1	0-28	-2,47	0,33	0,58	23,38	0,33	13,50	1,44
	AU2	28-64	-1,27	0,10	0,31	24,73	0,18	14,28	0,78
	C	130-160	-2,58	0,30	0,54	21,10	0,31	12,18	1,35
Сд образцы с уд ОБ									
Дерново-подзолистая урбистратифицированная легкосуглинистая на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	AY1ur	5-16	-2,39	0,15	0,39	16,34	0,23	9,43	0,97
	C	66 - 83	-2,44	0,17	0,41	16,81	0,24	9,71	1,02
Урбиквазем легкосуглинистый	AY1ur	0-5	-1,95	0,70	0,83	42,87	0,48	24,75	2,07
	AY2ur	5-10	-1,85	1,56	1,25	67,60	0,72	39,03	3,10
Элювиально- метаморфическая глинисто- иллювирированная глееватая на ленточных глинах, подстилаемая озерными супесями	AEL	0-5	-2,20	0,24	0,49	22,43	0,29	12,95	1,23
	Cg	90-110	-2,69	0,19	0,43	16,06	0,25	9,27	1,07
	Dg	110-130	-2,03	0,34	0,58	28,78	0,34	16,62	1,45
Агродерново-элювозем глубокопахотный среднесуглинистый глееватый на озерно- ледниковых (ленточных) глинах	P1	0-24	-2,20	1,09	1,04	47,40	0,60	27,36	2,59
	Cg	52-100	-1,67	0,08	0,29	17,15	0,17	9,90	0,71
Серая метаморфическая типичная среднемощная тяжелосуглинистая на бурых глинах	AY1	0-15	-1,30	0,29	0,98	21,69	0,65	16,80	1,10
	AY2	15-23	-1,75	0,33	0,57	32,85	0,33	18,97	1,42
	BCt	107-150	-2,42	0,44	0,67	27,48	0,38	15,87	1,65
Чернозём глинисто-	AU1	0-28	-2,16	0,08	0,28	13,18	0,16	7,61	0,71

Наименование почвы	горизонт	глубина , см	Содержание мкг/л	Дисперсия	Станд. Откл.	Коэф. Вариации, %	Ошибка выборочной средней	Относительная ошибка средней	Доверительный интервал
иллювиальный мощный типичный глинистый на бурых глинах	AU2	28-64	-1,58	0,29	0,54	34,17	0,31	19,73	1,34
	C	130-160	-2,26	0,34	0,58	25,75	0,34	14,87	1,45
Cu									
Дерново-подзолистая урбистратифицированная легкосуглинистая на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	AY1ur	0-5	86,43	0,75	0,87	1,00	0,50	0,58	2,16
	AY1ur	5-16	41,52	0,33	0,58	1,39	0,33	0,80	1,44
	AY2ur	16 - 28	10,68	3,24	1,80	16,84	1,04	9,72	4,47
	C	66 - 83	-6,71	0,76	0,87	13,01	0,50	7,51	2,17
Урбиквазем легкосуглинистый	AY1ur	0-5	116,98	2,44	0,75	0,24	0,34	0,54	0,91
	AY2ur	5-10	95,02	0,10	0,31	0,33	0,18	0,19	0,77
Элювиально- метаморфическая глинисто- иллювирированная глееватая на ленточных глинах, подстилаемая озерными супесями	AEL	0-5	-1,19	2,76	1,66	139,25	0,96	80,40	4,12
	Cg	90-110	-3,50	2,53	1,59	45,42	0,92	26,22	3,95
	Dg	110-130	-3,03	1,93	1,39	45,94	0,80	26,52	3,45
Агродерново-элювозем глубокопахотный среднесуглинистый глееватый на озерно- ледниковых (ленточных) глинах	P1	0-24	10,04	2,17	1,47	14,67	0,85	8,47	3,66
	Cg	52-100	8,29	4,03	2,01	24,22	1,16	13,98	4,98
Серая метаморфическая типичная среднемощная тяжелосуглинистая на бурых глинах	AY1	0-15	5,66	0,40	0,63	11,11	0,36	6,41	1,56
	AY2	15-23	1,11	0,44	0,66	59,95	0,38	34,61	1,65
	BCt	107-150	-0,65	1,67	1,29	198,12	0,75	114,39	3,21
Чернозём глинисто- иллювиальный мощный типичный глинистый на бурых глинах	AU1	0-28	0,23	3,78	1,95	860,26	1,12	496,67	4,83
	AU2	28-64	-2,65	0,97	0,99	37,20	0,57	21,48	2,45
	C	130-160	-4,41	4,01	2,00	45,41	1,16	26,22	4,97
Cu образцы с уд ОБ									
Дерново-подзолистая урбистратифицированная легкосуглинистая на	AY1ur	5-16	1830,88	119,98	10,95	0,60	6,32	0,35	27,19
	C	66 - 83	17,16	0,40	0,63	3,67	0,36	2,12	1,56

Наименование почвы	горизонт	глубина , см	Содержание мкг/л	Дисперсия	Станд. Откл.	Коэф. Вариации, %	Ошибка выборочной средней	Относительная ошибка средней	Доверительный интервал
озерно-ледниковых (ленточных) глинах									
Урбиквазизем легкосуглинистый	AY1ur	0-5	2354,91	212,09	14,56	0,62	8,41	0,36	36,16
	AY2ur	5-10	1217,23	26,68	5,17	0,42	2,98	0,24	12,82
Элювиально- метаморфическая глинисто- иллювирированная глееватая на ленточных глинах, подстилаемая озерными супесями	AEL	0-5	6,93	1,62	1,27	18,34	0,73	10,59	3,16
	Cg	90-110	-4,86	0,30	0,55	11,26	0,32	6,50	1,36
	Dg	110-130	-3,27	0,12	0,34	10,39	0,20	6,00	0,84
Агродерново-элювозем глубокопахотный среднесуглинистый глееватый на озерно- ледниковых (ленточных) глинах	P1	0-24	654,10	7,49	2,74	0,42	1,58	0,24	6,79
	Cg	52-100	45,02	0,76	0,87	1,94	0,50	1,12	2,17
Серая метаморфическая типичная среднесуглинистая на тяжелосуглинистая на бурых глинах	AY1	0-15	100,80	1,21	1,10	0,42	0,64	0,24	2,74
	AY2	15-23	105,32	6,08	2,47	2,34	1,42	1,35	6,12
	BCt	107-150	26,62	5,42	2,33	8,75	1,34	5,05	5,78
Чернозём глинисто- иллювиальный мощный типичный глинистый на бурых глинах	AU1	0-28	125,86	0,11	0,33	0,26	0,19	0,15	0,81
	AU2	28-64	165,90	0,11	0,33	0,20	0,19	0,11	0,81
	C	130-160	21,68	0,70	0,84	3,86	0,48	2,23	2,08
Pb									
Дерново-подзолистая урбистратифицированная легкосуглинистая на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	AY1ur	0-5	-24,70	11,85	3,44	13,93	1,99	8,04	8,55
	AY1ur	5-16	-11,30	15,38	3,92	34,71	2,26	20,04	9,74
	AY2ur	16 - 28	-15,53	28,45	5,33	34,35	3,08	19,83	13,24
	C	66 - 83	-30,35	30,94	5,56	18,33	3,21	10,58	13,81
Урбиквазизем легкосуглинистый	AY1ur	0-5	23,2	2,53	1,59	45,42	0,92	26,22	3,95
	AY2ur	5-10	9,89	27,24	5,22	52,75	3,01	30,46	12,96
Элювиально- метаморфическая	AEL	0-5	-31,76	100,36	10,02	31,55	5,78	18,21	24,87
	Cg	90-110	-39,51	15,34	3,92	9,91	2,26	5,72	9,72

Наименование почвы	горизонт	глубина , см	Содержание мкг/л	Дисперсия	Станд. Откл.	Коэф. Вариации, %	Ошибка выборочной средней	Относительная ошибка средней	Доверительный интервал
глинисто-иллювирированная глееватая на ленточных глинах, подстилаемая озерными супесями	Dg	110-130	-29,64	124,62	11,16	37,66	6,45	21,74	27,71
Агродерново-элювомзем глубокопахотный среднесуглинистый глееватый на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	P1	0-24	-28,94	29,65	5,45	18,82	3,14	10,86	13,52
	Cg	52-100	83,19	39,16	6,26	7,52	3,61	4,34	15,54
Серая метаморфическая типичная среднемощная тяжелосуглинистая на бурых глинах	AY1	0-15	-20,45	107,00	10,34	50,58	5,97	29,20	25,68
	AY2	15-23	-31,75	15,41	3,93	12,36	2,27	7,14	9,75
	BCt	107-150	-28,92	30,37	5,51	19,05	3,18	11,00	13,68
Чернозём глинисто-иллювиальный мощный типичный глинистый на бурых глинах	AU1	0-28	-9,84	129,58	11,38	115,72	6,57	66,81	28,26
	AU2	28-64	-31,74	77,82	8,82	27,80	5,09	16,05	21,90
	C	130-160	-35,97	39,34	6,27	17,44	3,62	10,07	15,57
Рв образцы с уд ОБ									
Дерново-подзолистая урбистратифицированная легкосуглинистая на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	AY1ur	5-16	-6,35	179,10	13,38	210,78	7,73	121,69	33,22
	C	66 - 83	-24,70	28,47	5,34	21,60	3,08	12,47	13,25
Урбиквазизем легкосуглинистый	AY1ur	0-5	139,80	112,67	10,61	7,59	6,13	4,38	26,35
	AY2ur	5-10	-19,75	87,88	9,37	47,47	5,41	27,41	23,27
Элювиально-метаморфическая глинисто-иллювирированная глееватая на ленточных глинах, подстилаемая озерными супесями	AEL	0-5	-30,35	17,84	4,22	13,92	2,44	8,03	10,48
	Cg	90-110	-24,00	219,10	14,80	61,67	8,55	35,60	36,75
	Dg	110-130	49,32	27,80	5,27	10,69	3,04	6,17	13,09
Агродерново-элювомзем глубокопахотный	P1	0-24	-5,66	66,35	8,15	143,82	4,70	83,04	20,22
	Cg	52-100	-6,37	35,48	5,96	93,57	3,44	54,02	14,79

Наименование почвы	горизонт	глубина , см	Содержание мкг/л	Дисперсия	Станд. Откл.	Коэф. Вариации, %	Ошибка выборочной средней	Относительная ошибка средней	Доверительный интервал
среднесуглинистый глееватый на озерно- ледниковых (ленточных) глинах									
Серая метаморфическая типичная среднemosная тяжелосуглинистая на бурых глинах	AY1	0-15	-23,00	17,90	4,23	18,19	2,44	10,50	10,50
	AY2	15-23	-15,50	16,66	4,08	26,34	2,36	15,21	10,13
	BCt	107-150	-23,26	17,90	4,23	18,19	2,44	10,50	10,50
Чернозём глинисто- иллювиальный мощный типичный глинистый на бурых глинах	AU1	0-28	-22,54	11,90	3,45	15,30	1,99	8,83	8,56
	AU2	28-64	-30,31	4,81	2,19	7,24	1,27	4,18	5,45
	C	130-160	-23,95	0,03	0,18	0,73	0,10	0,42	0,44

Приложение 13. Результаты фракционного определения содержания кадмия

Наименование почвы	горизонт	глубина, см	Содержание ТМ, мг/кг почвы				
			Cd				
			валовое	водораствор.	спец адсорб форм(перех в ацет-аммоний вытяжку)	связ с ОВ (перех в ацет-аммоний вытяжку)	связ с ОВ (перех в вод вытяжку)
Дерново-подзолистая урбистратифицированная легкосуглинистая на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	AY1ur	0-5	0,17	ниже пред обнаруж.	ниже пред обнаруж.	0,099	ниже пред обнаруж.
	AY1ur	5-16	0,098	ниже пред обнаруж.	ниже пред обнаруж.	0,085	ниже пред обнаруж.
	AY2ur	16 - 28	0,008	ниже пред обнаруж.	ниже пред обнаруж.	0,043	не опр.
	EL	28 - 44	не опр.	- "-	ниже пред обнаруж.	- "-	- "-
	BEL	44 - 58	не опр.	- "-	ниже пред обнаруж.	- "-	- "-
	BT	58 - 66	не опр.	- "-	ниже пред обнаруж.	- "-	- "-
	C	66 - 83	не опр.	ниже пред обнаруж.	ниже пред обнаруж.	ниже пред обнаруж.	ниже пред обнаруж.
Урбиквазизем легкосуглинистый	AY1ur	0-5	6,50	ниже пред обнаруж.	ниже пред обнаруж.	0,126	ниже пред обнаруж.
	AY2ur	5-10	4,90	ниже пред обнаруж.	ниже пред обнаруж.	0,105	ниже пред обнаруж.
Элювиально-метаморфическая глинисто-иллювирированная глееватая на ленточных глинах, подстилаемая озерными супесями	AEL	0-5	<0,01	ниже пред обнаруж.	ниже пред обнаруж.	ниже пред обнаруж.	ниже пред обнаруж.
	EL	5-17	<0,01	не опр.	ниже пред обнаруж.	ниже пред обнаруж.	не опр.
	BEL	17-37	не опр.	- "-	ниже пред обнаруж.	- "-	- "-
	BMt,g	37-69	не опр.	- "-	ниже пред обнаруж.	- "-	- "-
	BCg	69-90	не опр.	- "-	ниже пред обнаруж.	- "-	- "-
	Cg	90-110	не опр.	ниже пред обнаруж.	ниже пред обнаруж.	ниже пред обнаруж.	ниже пред обнаруж.

Наименование почвы	горизонт	глубина, см	Содержание ТМ, мг/кг почвы				
			Cd				
			валовое	водораствор.	спец адсобр форм(перех в ацет-аммоний вытяжку)	связ с ОВ (перех в ацет- аммоний вытяжку)	связ с ОВ (перех в вод вытяжку)
	Dg	110-130	не опр.	ниже пред обнаруж.	ниже пред обнаруж.	ниже пред обнаруж.	ниже пред обнаруж.
Агродерново-элювозем глубокопахотный среднесуглинистый глееватый на озерно-ледниковых (ленточных) глинах	P1	0-24	0,063	ниже пред обнаруж.	0,044	ниже пред обнаруж.	ниже пред обнаруж.
	P2	24-43	0,04	не опр.	0,044	ниже пред обнаруж.	не опр.
	Elg	43-52	не опр.	- "-	ниже пред обнаруж.	не опр.	- "-
	Cg	52-100	не опр.	ниже пред обнаруж.	ниже пред обнаруж.	0,019	ниже пред обнаруж.
Серая метаморфическая типичная среднемощная тяжелосуглинистая на бурых глинах	AY1	0-15	0,105	ниже пред обнаруж.	0,020	0,016	ниже пред обнаруж.
	AY2	15-23	0,09	ниже пред обнаруж.	0,012	0,015	ниже пред обнаруж.
	AY3	23-40	не опр.	не опр.	0,002	не опр.	не опр.
	AYe4	40 -55	не опр.	- "-	ниже пред обнаруж.	- "-	- "-
	BM	55-107	не опр.	- "-	ниже пред обнаруж.	- "-	- "-
	BCt	107-150	не опр.	ниже пред обнаруж.	ниже пред обнаруж.	0,005	ниже пред обнаруж.
Чернозём глинисто-иллювиальный мощный типичный глинистый на бурых глинах	AU1	0-28	0,088	ниже пред обнаруж.	0,011	0,032	ниже пред обнаруж.
	AU2	28-64	0,043	ниже пред обнаруж.	0,004	0,035	ниже пред обнаруж.
	AB	64-80	не опр.	не опр.	ниже пред обнаруж.	не опр.	не опр.
		80-103	не опр.	- "-	0,004	- "-	- "-
	BI	103-130	не опр.	- "-	ниже пред обнаруж.	- "-	- "-
	C	130-160	не опр.	ниже пред обнаруж.	0,009	0,030	ниже пред обнаруж.

Приложение 14. Результаты статистической обработки (сравнение выборок и частные корреляции) показателей физико-химических свойств исследованных образцов с помощью программы SPSS

Т-критерий

Статистики парных выборок									
		Среднее		N	Стд. отклонение		Стд. ошибка среднего		
Пара 1	S0_До	75,0438		16	30,69882		7,67470		
	S0_После	62,6250		16	31,44448		7,86112		
Пара 2	EKO_До	27,6688		16	9,53371		2,38343		
	EKO_После	25,8688		16	8,06033		2,01508		
Пара 3	Ca_Mg_До	25,3313		16	9,47964		2,36991		
	Ca_Mg_После	19,0375		16	6,62036		1,65509		
Пара 4	Ca_До	19,6875		16	11,27202		2,81801		
	Ca_После	11,5813		16	6,09286		1,52322		
Пара 5	Ca_K_Mg_До	5,6000		16	4,90265		1,22566		
	Ca_K_MG_После	1,7688		16	1,26212		,31553		
Пара 6	Сорг_до	2,3875		16	1,75874		,43969		
	C_ост	,5688		16	,42696		,10674		
Критерий парных выборок									
		Парные разности					t	ст.св.	Значимос ть (2- сторонняя)
		Средне е	Стд. отклонен ие	Стд. ошибка среднего	95% доверительный интервал разности средних				
					Нижняя граница	Верхняя граница			
Пара 1	S0_До - S0_После	12,41875	15,02776	3,75694	4,41102	20,42648	3,306	15	,005
Пара 2	EKO_До - EKO_После	1,80000	9,32416	2,33104	-3,16850	6,76850	,772	15	,042
Пара 3	Ca_Mg_До - Ca_Mg_После	6,29375	9,31153	2,32788	1,33198	11,25552	2,704	15	,016
Пара 4	Ca_До - Ca_После	8,10625	10,20382	2,55096	2,66902	13,54348	3,178	15	,006
Пара 5	Ca_K_Mg_До - Ca_K_MG_После	3,83125	4,56227	1,14057	1,40019	6,26231	3,359	15	,004
Пара 6	Сорг_до - C_ост	1,81875	1,40960	,35240	1,06763	2,56987	5,161	15	,000

Частные корреляции

Исключенные переменные			Сорг_до
Физ_глина & Ил_проц & Пыль_мелк_и л	S0_До	Корреляция	,821
		Значимость (2-сторон.)	,024
		ст.св.	5
	ЕКО_До	Корреляция	,917
		Значимость (2-сторон.)	,004
		ст.св.	5
	Ca_Mg_До	Корреляция	,940
		Значимость (2-сторон.)	,002
		ст.св.	5
	Ca_До	Корреляция	,931
		Значимость (2-сторон.)	,002
		ст.св.	5
	Ca_K_Mg_До	Корреляция	,893
		Значимость (2-сторон.)	,007
		ст.св.	5

Исключенные переменные			Сорг_до
Физ_глина & Ил_проц & Пыль_мелк_ил	Wp_До	Корреляция	,606
		Значимость (2-сторон.)	,111
		ст.св.	6

Т-критерий

Статистики парных выборок

		Среднее	N	Стд. отклонение	Стд. ошибка среднего
Пара 1	Сорб_емк	25,5800	30	8,76724	1,60067
	ЕКО_по_Вытес	25,2867	30	9,20767	1,68108

Корреляции парных выборок

		N	Корреляция	Знч.
Пара 1	Сорб_емк & ЕКО_по_Вытес	30	,929	,000

Корреляции

		Сорг_до
ЕКО_до_К_ЕКО_после	Корреляция Пирсона	,934
	Знч.(2-сторон)	,002
	N	7
So_до_К_So_после	Корреляция Пирсона	,599
	Знч.(2-сторон)	,156
	N	7
Сум_СаMg_до_К_Сум_СаMg_посл	Корреляция Пирсона	,793
	Знч.(2-сторон)	,033
	N	7

Непараметрические корреляции

			Сорг_до
ро Спирмена	ЕКО_до_К_ЕКО_после	Коэффициент корреляции	,775
		Знч. (2-сторон)	,041
		N	7
	So_до_К_So_после	Коэффициент корреляции	,595
		Знч. (2-сторон)	,159
		N	7
	Сум_СаMg_до_К_Сум_СаMg_посл	Коэффициент корреляции	,901
		Знч. (2-сторон)	,006
		N	7

Регрессия

Регрессионное уравнение для So (переменные ил+Сорг)

Введенные или удаленные переменные

Модель	Включенные переменные	Исключенные переменные	Метод
1	Пыль_мелк_ил, Сорг_до	.	Принудительное включение

Сводка для модели

Модел ь	R	R- квадрат	Скорректир ованный R- квадрат	Стд. ошибка оценки	Изменения статистик				
					Изменение R квадрат	изменения F	ст.св.1	ст.св.2	Знч. изменения F
1	,797	,635	,531	22,69778	,635	6,092	2	7	,029

Дисперсионный анализ

Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
1	Регрессия	6277,082	2	3138,541	6,092	,029
	Остаток	3606,323	7	515,189		
	Всего	9883,405	9			

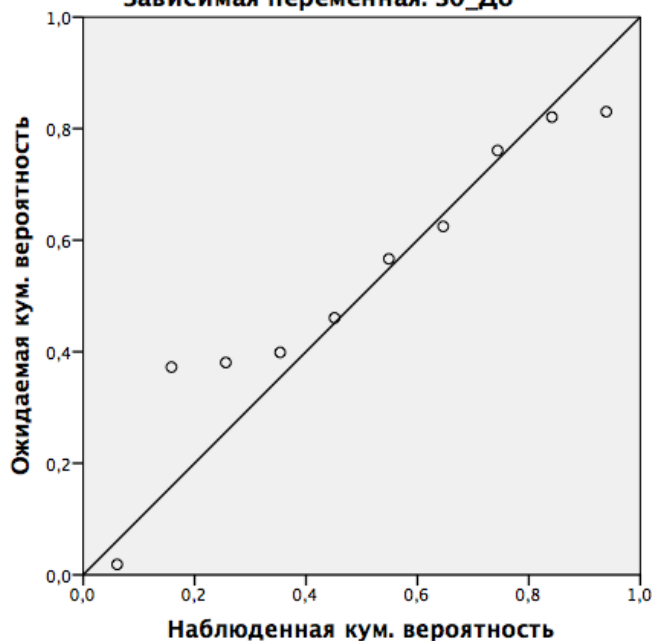
Коэффициенты

Модель	Нестандартизованн ые коэффициенты		Стандарт изованн ые коэффиц иенты	t	Знч.	Корреляции			Статистики коллинеарности	
	B	Стд. Ошибка	Бета			Нулевой порядок	Частн ая	Частич ная	Толерант ность	КРД
1	(Констант а)	-68,421	48,936	-	,205					
	Сорг_до	15,096	9,842	,380	1,534	,043	,502	,350	,847	1,180
	Пыль_мел к_ил	2,391	,686	,864	3,486	,716	,797	,796	,847	1,180

Диаграммы

Вероятностный график (доли) для регрессии для Стандартизованный остаток

Зависимая переменная: S0_До



Регрессия

Регрессионное уравнение для So (переменная Ca2+)

Введенные или удаленные переменные

Модель	Включенные переменные	Исключенные переменные	Метод
--------	--------------------------	---------------------------	-------

1	Ca_До		Принудительное включение
---	-------	--	--------------------------

Сводка для модели

Модел ь	R	R- квадрат	Скорректир ованный R- квадрат	Стд. ошибка оценки	Изменения статистик				
					Изменение R квадрат	изменения F	ст.св.1	ст.св.2	Знч. изменения F
1	,937	,879	,864	12,23649	,879	58,007	1	8	,000

Дисперсионный анализ

Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
1	Регрессия	8685,552	1	8685,552	58,007	,000
	Остаток	1197,853	8	149,732		
	Всего	9883,405	9			

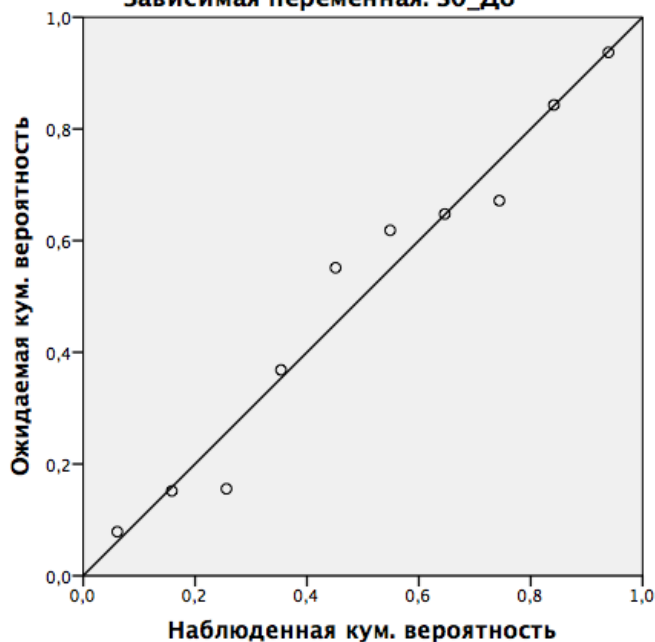
Коэффициенты

Модель		Нестандартизованн ые коэффициенты		Стандарт изованн ые коэффиц иенты	t	Знч.	Корреляции			Статистики коллинеарности	
		B	Стд. Ошибка				Нулевой порядок	Частн ая	Частич ная	Толерант ность	КРД
1	(Конста нта)	12,768	8,905		1,434	,190					
	Ca_До	2,642	,347	,937	7,616	,000	,937	,937	,937	1,000	1,000

Диаграммы

Вероятностный график (доли) для регрессии для Стандартизованный остаток

Зависимая переменная: SO_До



Регрессия

Регрессионное уравнение для So (переменная $\sum(Ca^{2+} + Mg^{2+})$)

Введенные или удаленные переменные

Модель	Включенные переменные	Исключенные переменные	Метод
1	Ca_Mg_До		Принудительное включение

Сводка для модели

Модел ь	R	R-квадрат	Скорректир ованный R-квадрат	Стд. ошибка оценки	Изменения статистик				
					Изменение R квадрат	изменения F	ст.св.1	ст.св.2	Знч. изменения F
1	,919	,845	,825	13,85515	,845	43,485	1	8	,000

Дисперсионный анализ

Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
1	Регрессия	8347,684	1	8347,684	43,485	,000
	Остаток	1535,721	8	191,965		
	Всего	9883,405	9			

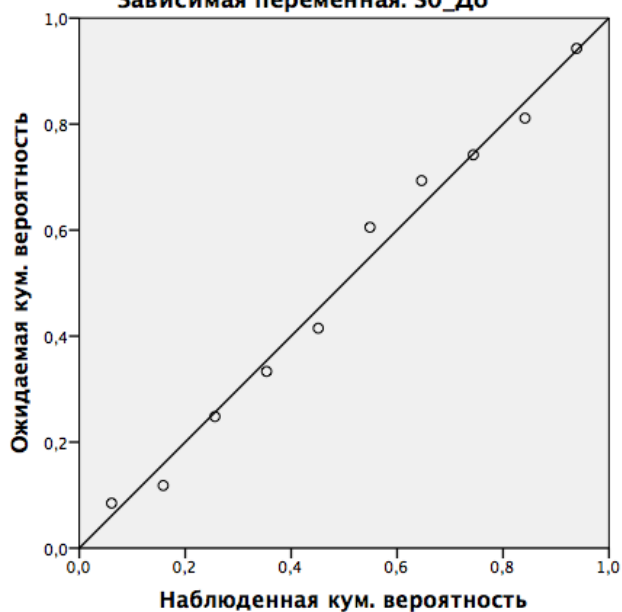
Коэффициенты

Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Знч.	Корреляции		
		B	Стд. Ошибка	Бета			Нулевой порядок	Частная	Частичная
1	(Константа)	1,234	11,852		,104	,920			
	Ca Mg До	2,698	,409	,919	6,594	,000	,919	,919	,919

Диаграммы

Вероятностный график (доли) для регрессии для Стандартизированный остаток

Зависимая переменная: S0_До



Регрессия

Функция ЕКО (переменная ил+Сорг)

Введенные или удаленные переменные

Модель	Включенные переменные	Исключенные переменные	Метод
1	Ил_проц, Сорг_до	.	Принудительное включение

Сводка для модели

Модел ь	R	R-квадрат	Скорректир ованный R-квадрат	Стд. ошибка оценки	Изменения статистик				
					Изменение R квадрат	изменения F	ст.св.1	ст.св.2	Знч. изменения F
1	,899	,808	,753	5,53457	,808	14,725	2	7	,003

Дисперсионный анализ

Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
1	Регрессия	902,089	2	451,044	14,725	,003
	Остаток	214,420	7	30,631		
	Всего	1116,509	9			

Коэффициенты

Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Знч.	Корреляции		
		B	Стд. Ошибка	Бета			Нулевой порядок	Частная	Частичная
1	(Константа)	-15,521	9,606		-1,616	,150			
	Сорг_до	7,030	2,303	,527	3,053	,019	,276	,756	,506
	Ил_проц	1,112	,215	,892	5,165	,001	,743	,890	,856

Диаграммы

Вероятностный график (доли) для регрессии для
Стандартизованный остаток

Зависимая переменная: ЕКО_До



Регрессия
ЕКО (отношение)

Введенные или удаленные переменные

Модель	Включенные переменные	Исключенные переменные	Метод
1	Сорг_до	.	Принудительное включение

Сводка для модели

Модел ь	R	R-квадрат	Скорректир ованный R-квадрат	Стд. ошибка оценки	Изменения статистик				
					Изменение R квадрат	изменения F	ст.св.1	ст.св.2	Знч. изменения F
1	,934	,872	,846	,13666	,872	33,946	1	5	,002

Дисперсионный анализ

Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
1	Регрессия	,634	1	,634	33,946	,002
	Остаток	,093	5	,019		
	Всего	,727	6			

Коэффициенты

Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Знч.	Корреляции		
		B	Стд. Ошибка	Бета			Нулевой порядок	Частна я	Частична я
1	(Констант а)	,395	,180		2,190	,080			
	Сорг_до	,330	,057	,934	5,826	,002	,934	,934	,934

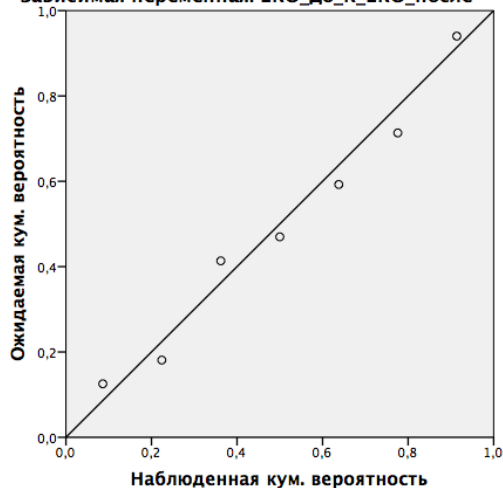
Статистики остатков

	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. Отклонение	N
Предсказанное значение	,9884	1,9771	1,4027	,32507	7
Остаток	-,15697	,21279	,00000	,12476	7
Стд. Предсказанное значение	-1,275	1,767	,000	1,000	7
Стд. Остаток	-1,149	1,557	,000	,913	7

Диаграммы

Вероятностный график (доли) для регрессии для Стандартизированный остаток

Зависимая переменная: ЕКО_до_K_ЕКО_после



Регрессия

Сумма оснований (отношение)

Введенные или удаленные переменные

Модель	Включенные переменные	Исключенные переменные	Метод
1	Сорг_до	.	Принудительное включение

Сводка для модели

Модел ь	R	R- квадрат	Скорректир ованный R- квадрат	Стд. ошибка оценки	Изменения статистик				
					Изменение R квадрат	изменения F	ст.св.1	ст.св.2	Знч. изменения F
1	,793	,628	,554	,30457	,628	8,456	1	5	,033

Дисперсионный анализ

Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
1	Регрессия	,784	1	,784	8,456	,033
	Остаток	,464	5	,093		
	Всего	1,248	6			

Коэффициенты

Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Знч.	Корреляции		
		B	Стд. Ошибка	Бета			Нулевой порядок	Частна я	Частична я
1	(Константа)	,847	,402		2,107	,089			
	Сорг_до	,367	,126	,793	2,908	,033	,793	,793	,793

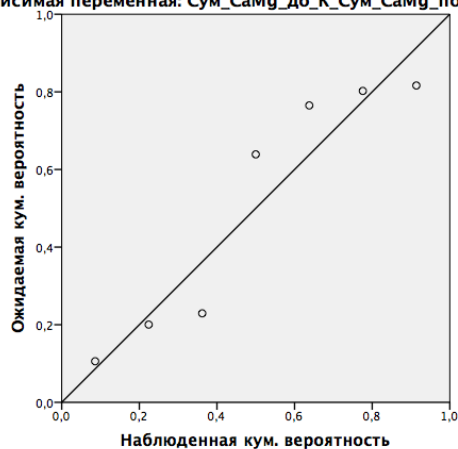
Статистики остатков

	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. Отклонение	N
Предсказанное значение	1,5071	2,6069	1,9680	,36157	7
Остаток	-,38041	,27459	,00000	,27803	7
Стд. Предсказанное значение	-1,275	1,767	,000	1,000	7
Стд. Остаток	-1,249	,902	,000	,913	7

Диаграммы

Вероятностный график (доли) для регрессии для Стандартизированный остаток

Зависимая переменная: Сум_СаMg_до_K_Сум_СаMg_посл



Приложение 15. Результаты статистической обработки (характеристика выборки) показателей физико-химических свойств исследованных образцов с помощью программы SPSS

Описательные статистики

1. Дерново-подзолистая урбистратифицированная легкосуглинистая на озерно-ледниковых (ленточных) глинах.

[рН водн.] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/1phвод.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur_0_5	3	,32	5,04	5,36	5,2000	,09238	,16000	,026
AY1ur_5_16	3	,32	5,14	5,46	5,3000	,09238	,16000	,026
AY2ur	3	,32	5,04	5,36	5,2000	,09238	,16000	,026
El	3	,32	5,04	5,36	5,2000	,09238	,16000	,026
BEL	3	,32	5,14	5,46	5,3000	,09238	,16000	,026
BT	3	,32	5,24	5,56	5,4000	,09238	,16000	,026
C	3	,33	5,34	5,67	5,5033	,09528	,16503	,027
N валидных (целиком)	3							

[рН_KCl] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/1phKXл.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur_0_5	3	,28	4,46	4,74	4,6000	,08083	,14000	,020
AY1ur_5_16	3	,28	4,46	4,74	4,6000	,08083	,14000	,020
AY2ur	3	,28	4,46	4,74	4,6000	,08083	,14000	,020
El	3	,27	4,37	4,64	4,5033	,07796	,13503	,018
BEL	3	,24	3,98	4,22	4,1000	,06928	,12000	,014
BT	3	,26	4,07	4,33	4,2000	,07506	,13000	,017
C	3	,26	4,07	4,33	4,2000	,07506	,13000	,017
N валидных (целиком)	3							

[ОК, м-экв/100 г почвы] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/1OK.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur_0_5	3	,08	1,36	1,44	1,4000	,02309	,04000	,002
AY1ur_5_16	3	,08	1,36	1,44	1,4000	,02309	,04000	,002
AY2ur	3	,09	1,46	1,55	1,5033	,02603	,04509	,002

EI	3	,06	,97	1,03	1,0000	,01732	,03000	,001
BEL	3	,04	,78	,82	,8000	,01155	,02000	,000
BT	3	,02	,35	,37	,3600	,00577	,01000	,000
C	3	,02	,37	,39	,3800	,00577	,01000	,000
N валидных (целиком)	3							

[Нг, мг-экв/100 г почвы] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/1ГК.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur_0_5	3	,28	4,66	4,94	4,8000	,08083	,14000	,020
AY1ur_5_16	3	,28	4,56	4,84	4,7000	,08083	,14000	,020
AY2ur	3	,30	4,85	5,15	5,0000	,08660	,15000	,023
EI	3	,18	2,91	3,09	3,0000	,05196	,09000	,008
BEL	3	,10	1,65	1,75	1,7000	,02887	,05000	,003
BT	3	,09	1,46	1,55	1,5033	,02603	,04509	,002
C	3	,09	1,46	1,55	1,5033	,02603	,04509	,002
N валидных (целиком)	3							

[Ca+Mg с ОБ (Обменные основания, м-экв/100 г почвы)] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/1_CaMg_c_OB.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur_0_5	3	,40	14,40	14,80	14,6000	,11547	,20000	,040
AY1ur_5_16	3	,40	12,30	12,70	12,5000	,11547	,20000	,040
AY2ur	3	,20	6,90	7,10	7,0000	,05774	,10000	,010
EI	3	,20	3,40	3,60	3,5000	,05774	,10000	,010
BEL	3	,60	15,80	16,40	16,1000	,17321	,30000	,090
BT	3	,40	17,40	17,80	17,6000	,11547	,20000	,040
C	3	,60	18,30	18,90	18,6000	,17321	,30000	,090
N валидных (целиком)	3							

[Ca с ОБ (Обменные основания, м-экв/100 г почвы)] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/1_Ca_c_OB.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur_0_5	3	,20	9,00	9,20	9,1000	,05774	,10000	,010
AY1ur_5_16	3	,20	7,60	7,80	7,7000	,05774	,10000	,010
AY2ur	3	,20	4,90	5,10	5,0000	,05774	,10000	,010
EI	3	,20	2,40	2,60	2,5000	,05774	,10000	,010
BEL	3	,20	6,50	6,70	6,6000	,05774	,10000	,010

BT	3	,20	7,30	7,50	7,4000	,05774	,10000	,010
C	3	,20	6,80	7,00	6,9000	,05774	,10000	,010
N валидных (целиком)	3							

[Ca+Mg уд ОБ (Обменные основания, м-экв/100 г почвы)] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/1_CaMg_уд_ОБ.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur_0_5	3	,60	15,70	16,30	16,0000	,17321	,30000	,090
AY1ur_5_16	3	,40	14,80	15,20	15,0000	,11547	,20000	,040
AY2ur	3	,20	9,90	10,10	10,0000	,05774	,10000	,010
EI	3	,20	4,90	5,10	5,0000	,05774	,10000	,010
BEL	3	,80	16,60	17,40	17,0000	,23094	,40000	,160
BT	3	,80	17,70	18,50	18,1000	,23094	,40000	,160
C	3	1,00	22,50	23,50	23,0000	,28868	,50000	,250
N валидных (целиком)	3							

[Ca уд ОБ (Обменные основания, м-экв/100 г почвы)] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/1_Ca_уд_ОБ.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur_0_5	3	,20	8,90	9,10	9,0000	,05774	,10000	,010
AY1ur_5_16	3	,20	5,40	5,60	5,5000	,05774	,10000	,010
AY2ur	3	,20	4,90	5,10	5,0000	,05774	,10000	,010
EI	3	,20	1,90	2,10	2,0000	,05774	,10000	,010
BEL	3	,20	10,90	11,10	11,0000	,05774	,10000	,010
BT	3	,40	8,80	9,20	9,0000	,11547	,20000	,040
C	3	,20	10,40	10,60	10,5000	,05774	,10000	,010
N валидных (целиком)	3							

[EKO_c_ОБ] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/1_EKO_c_ОБ.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur_0_5	3	1,18	19,13	20,31	19,7200	,34064	,59000	,348
AY1ur_5_16	3	1,06	17,15	18,21	17,6800	,30600	,53000	,281
AY2ur	3	,76	12,20	12,96	12,5800	,21939	,38000	,144
EI	3	,42	6,93	7,35	7,1400	,12124	,21000	,044
BEL	3	1,10	17,81	18,91	18,3600	,31754	,55000	,303
BT	3	1,18	19,13	20,31	19,7200	,34064	,59000	,348
C	3	1,22	19,79	21,01	20,4000	,35218	,61000	,372

N валидных (целиком)	3						
----------------------	---	--	--	--	--	--	--

[ЕКО_уд_ОВ] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/1_ЕКО_уд_ОВ.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur_0_5	3	1,38	22,31	23,69	23,0000	,39837	,69000	,476
AY1ur_5_16	3	1,20	19,40	20,60	20,0000	,34641	,60000	,360
AY2ur	3	,84	13,58	14,42	14,0000	,24249	,42000	,176
El	3	,36	5,82	6,18	6,0000	,10392	,18000	,032
BEL	3	1,26	20,37	21,63	21,0000	,36373	,63000	,397
BT	3	1,32	21,34	22,66	22,0000	,38105	,66000	,436
C	3	1,68	27,16	28,84	28,0000	,48497	,84000	,706
N валидных (целиком)	3							

[ЕКО по МГ до обр.] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/1_ЕКО_по_МГ_до_обр.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur	3	1,14	18,43	19,57	19,0000	,32909	,57000	,325
C	3	1,09	17,53	18,62	18,0733	,31466	,54501	,297
N валидных (целиком)	3							

[ЕКО по МГ после обр.] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/1_ЕКО_по_МГ_посл_обр.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur	3	1,13	18,21	19,34	18,7767	,32621	,56501	,319
C	3	1,70	27,56	29,26	28,4100	,49075	,85000	,723
N валидных (целиком)	3							

[C,%] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/1_C.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur_0_5	3	,36	5,72	6,08	5,9000	,10392	,18000	,032
AY1ur_5_16	3	,14	2,23	2,37	2,3000	,04041	,07000	,005
AY2ur	3	,06	,87	,93	,9000	,01732	,03000	,001
El	3	,02	,27	,29	,2800	,00577	,01000	,000
BEL	3	,01	,27	,28	,2767	,00333	,00577	,000
BT	3	,01	,24	,25	,2467	,00333	,00577	,000
C	3	,02	,19	,21	,2000	,00577	,01000	,000
N валидных (целиком)	3							

[C ост,%] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/1_C_ост.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur_0_5	3	,06	1,07	1,13	1,1000	,01732	,03000	,001
AY1ur_5_16	3	,04	,58	,62	,6000	,01155	,02000	,000
AY2ur	3	,02	,19	,21	,2000	,00577	,01000	,000
EI	3	,00	,00	,00	,0000	,00000	,00000	,000
BEL	3	,00	,00	,00	,0000	,00000	,00000	,000
BT	3	,00	,00	,00	,0000	,00000	,00000	,000
C	3	,00	,10	,10	,1000	,00000	,00000	,000
N валидных (целиком)	3							

2. Урбиквазизем легкосуглинистый

Описательные статистики

[рН водн.] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/2phвод.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur_0_5	3	,42	6,69	7,11	6,9000	,12124	,21000	,044
AY2ur_5_10	3	,44	6,98	7,42	7,2000	,12702	,22000	,048
N валидных (целиком)	3							

[рН_KCl] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/2phKCl.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur_0_5	3	,38	6,21	6,59	6,4000	,10970	,19000	,036
AY2ur_5_10	3	,40	6,40	6,80	6,6000	,11547	,20000	,040
N валидных (целиком)	3							

[Ca+Mg с ОБ (Обменные основания, м-экв/100 г почвы)] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/2_CaMg_c_OB.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur_0_5	3	,60	19,30	19,90	19,6000	,17321	,30000	,090
AY2ur_5_10	3	,40	17,80	18,20	18,0000	,11547	,20000	,040
N валидных (целиком)	3							

[Ca с ОБ (Обменные основания, м-экв/100 г почвы)] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/2_Ca_c_OB.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение	Дисперсия
--	---	--------	---------	----------	---------	-----------------	-----------

	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur_0_5	3	,60	14,70	15,30	15,0000	,17321	,30000	,090
AY2ur_5_10	3	,20	12,40	12,60	12,5000	,05774	,10000	,010
N валидных (целиком)	3							

[Ca+Mg уд ОБ (Обменные основания, м-экв/100 г почвы)] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/2_CaMg_уд_ОБ.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur_0_5	3	,40	17,80	18,20	18,0000	,11547	,20000	,040
AY2ur_5_10	3	,40	15,80	16,20	16,0000	,11547	,20000	,040
N валидных (целиком)	3							

[Ca уд ОБ (Обменные основания, м-экв/100 г почвы)] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/2_Ca_уд_ОБ.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur_0_5	3	,40	9,80	10,20	10,0000	,11547	,20000	,040
AY2ur_5_10	3	,20	6,90	7,10	7,0000	,05774	,10000	,010
N валидных (целиком)	3							

[ЕКО_с_ОБ] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/2_ЕКО_с_ОБ.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur_0_5	3	1,22	19,59	20,81	20,2000	,35218	,61000	,372
AY2ur_5_10	3	1,14	18,53	19,67	19,1000	,32909	,57000	,325
N валидных (целиком)	3							

[ЕКО_уд_ОБ] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/2_ЕКО_уд_ОБ.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur_0_5	3	1,68	27,06	28,74	27,9000	,48497	,84000	,706
AY2ur_5_10	3	1,44	23,28	24,72	24,0000	,41569	,72000	,518
N валидных (целиком)	3							

[ЕКО по МГ до обр.] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/2_ЕКО_по_МГ_до_обр.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur_0_5	3	1,19	19,27	20,46	19,8633	,34353	,59501	,354
AY2ur_5_10	3	1,09	17,55	18,64	18,0933	,31466	,54501	,297

N валидных (целиком)	3						
----------------------	---	--	--	--	--	--	--

[ЕКО по МГ после обр.] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/2_ЕКО_по_МГ_посл_обр.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur_0_5	3	1,47	23,75	25,22	24,4833	,42436	,73501	,540
AY2ur_5_10	3	1,48	23,94	25,42	24,6800	,42724	,74000	,548
N валидных (целиком)	3							

[C,%] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/2_C.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur_0_5	3	,21	3,40	3,61	3,5033	,06064	,10504	,011
AY2ur_5_10	3	,18	2,81	2,99	2,9000	,05196	,09000	,008
N валидных (целиком)	3							

[C ост,%] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/2_C_ост.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1ur_0_5	3	,08	1,26	1,34	1,3000	,02309	,04000	,002
AY2ur_5_10	3	,06	1,07	1,13	1,1000	,01732	,03000	,001
N валидных (целиком)	3							

3. Элювиально-метаморфическая глинисто-иллювирированная глееватая на ленточных глинах, подстилаяемая озерными супесями

Описательные статистики

[pH водн.] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/3phвод.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AEL	3	,26	4,07	4,33	4,2000	,07506	,13000	,017
EL	3	,27	4,37	4,64	4,5033	,07796	,13503	,018
BEL	3	,30	4,88	5,18	5,0300	,08660	,15000	,023
BMt_g	3	,36	5,82	6,18	6,0000	,10392	,18000	,032
BCg	3	,38	6,25	6,63	6,4400	,10970	,19000	,036
Cg	3	,42	6,85	7,27	7,0600	,12124	,21000	,044
Dg	3	,42	6,83	7,25	7,0400	,12124	,21000	,044
N валидных (целиком)	3							

[pH_KCl] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/3phKCl.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение	Дисперсия
--	---	--------	---------	----------	---------	-----------------	-----------

	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AEL	3	,24	3,78	4,02	3,9000	,06928	,12000	,014
EL	3	,22	3,54	3,76	3,6500	,06351	,11000	,012
BEL	3	,22	3,54	3,76	3,6500	,06351	,11000	,012
BMt_g	3	,26	4,31	4,57	4,4400	,07506	,13000	,017
BCg	3	,30	4,84	5,14	4,9900	,08660	,15000	,023
Cg	3	,36	5,90	6,26	6,0800	,10392	,18000	,032
Dg	3	,38	6,25	6,63	6,4400	,10970	,19000	,036
N валидных (целиком)	3							

[ОК, м-экв/100 г почвы] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/3OK.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AEL	3	,14	2,23	2,37	2,3000	,04041	,07000	,005
EL	3	,10	1,75	1,85	1,8000	,02887	,05000	,003
BEL	3	,10	1,55	1,65	1,6000	,02887	,05000	,003
BMt_g	3	,08	1,36	1,44	1,4000	,02309	,04000	,002
BCg	3	,02	,39	,41	,4000	,00577	,01000	,000
N валидных (целиком)	3							

[Нг, мг-экв/100 г почвы] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/3ГК.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AEL	3	,14	2,23	2,37	2,3000	,04041	,07000	,005
EL	3	,14	2,23	2,37	2,3000	,04041	,07000	,005
BEL	3	,12	1,94	2,06	2,0000	,03464	,06000	,004
BMt_g	3	,20	3,10	3,30	3,2000	,05774	,10000	,010
BCg	3	,09	1,46	1,55	1,5033	,02603	,04509	,002
N валидных (целиком)	3							

[Ca+Mg с ОБ (Обменные основания, м-экв/100 г почвы)] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/3_CaMg_c_OB.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AEL	3	,20	8,20	8,40	8,3000	,05774	,10000	,010
EL	3	,20	3,20	3,40	3,3000	,05774	,10000	,010
BEL	3	,40	11,70	12,10	11,9000	,11547	,20000	,040
BMt_g	3	,60	17,70	18,30	18,0000	,17321	,30000	,090
BCg	3	,40	19,60	20,00	19,8000	,11547	,20000	,040

Cg	3	,80	23,10	23,90	23,5000	,23094	,40000	,160
Dg	3	,20	5,50	5,70	5,6000	,05774	,10000	,010
N валидных (целиком)	3							

[Са с ОВ (Обменные основания, м-экв/100 г почвы)] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/3_Ca_c_OB.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AEL	3	,20	5,20	5,40	5,3000	,05774	,10000	,010
EL	3	,20	1,70	1,90	1,8000	,05774	,10000	,010
BEL	3	,20	6,20	6,40	6,3000	,05774	,10000	,010
BMt_g	3	,40	10,00	10,40	10,2000	,11547	,20000	,040
BCg	3	,20	8,70	8,90	8,8000	,05774	,10000	,010
Cg	3	,40	10,80	11,20	11,0000	,11547	,20000	,040
Dg	3	,20	,40	,60	,5000	,05774	,10000	,010
N валидных (целиком)	3							

[Ca+Mg уд ОВ (Обменные основания, м-экв/100 г почвы)] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/3_CaMg_уд_OB.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AEL	3	,20	3,90	4,10	4,0000	,05774	,10000	,010
EL	3	,20	3,90	4,10	4,0000	,05774	,10000	,010
BEL	3	,40	11,80	12,20	12,0000	,11547	,20000	,040
BMt_g	3	,60	18,20	18,80	18,5000	,17321	,30000	,090
BCg	3	,60	22,30	22,90	22,6000	,17321	,30000	,090
Cg	3	1,60	26,20	27,80	27,0000	,46188	,80000	,640
Dg	3	,20	5,90	6,10	6,0000	,05774	,10000	,010
N валидных (целиком)	3							

[(Ca уд ОВ (Обменные основания, м-экв/100 г почвы)] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/3_Ca_уд_OB.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AEL	3	,20	,90	1,10	1,0000	,05774	,10000	,010
EL	3	,20	1,90	2,10	2,0000	,05774	,10000	,010
BEL	3	,20	7,90	8,10	8,0000	,05774	,10000	,010
BMt_g	3	,20	12,00	12,20	12,1000	,05774	,10000	,010
BCg	3	,40	10,20	10,60	10,4000	,11547	,20000	,040
Cg	3	,60	12,70	13,30	13,0000	,17321	,30000	,090
Dg	3	,20	1,90	2,10	2,0000	,05774	,10000	,010
N валидных (целиком)	3							

[ЕКО_с_ОВ] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/3_EKO_c_OB.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AEL	3	,66	10,67	11,33	11,0000	,19053	,33000	,109
EL	3	,36	5,82	6,18	6,0000	,10392	,18000	,032
BEL	3	,84	13,58	14,42	14,0000	,24249	,42000	,176
BMt_g	3	1,32	21,34	22,66	22,0000	,38105	,66000	,436
BCg	3	1,30	21,15	22,45	21,8000	,37528	,65000	,423
Cg	3	1,44	23,28	24,72	24,0000	,41569	,72000	,518
Dg	3	,57	9,22	9,79	9,5033	,16455	,28501	,081
N валидных (целиком)	3							

[ЕКО_уд_ОВ] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/3_ЕКО_уд_ОВ.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AEL	3	,54	8,73	9,27	9,0000	,15588	,27000	,073
EL	3	,30	4,85	5,15	5,0000	,08660	,15000	,023
BEL	3	,98	15,71	16,69	16,2000	,28290	,49000	,240
BMt_g	3	1,44	23,28	24,72	24,0000	,41569	,72000	,518
BCg	3	1,56	25,22	26,78	26,0000	,45033	,78000	,608
Cg	3	1,68	27,16	28,84	28,0000	,48497	,84000	,706
Dg	3	,68	10,86	11,54	11,2000	,19630	,34000	,116
N валидных (целиком)	3							

[ЕКО по МГ до обр.] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/3_ЕКО_по_МГ_до_обр.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AEL	3	,72	11,64	12,36	12,0000	,20785	,36000	,130
Cg	3	1,57	25,39	26,96	26,1733	,45322	,78501	,616
Dg	3	,68	10,97	11,65	11,3100	,19630	,34000	,116
N валидных (целиком)	3							

[ЕКО по МГ после обр.] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/3_ЕКО_по_МГ_посл_обр.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AEL	3	,62	10,01	10,63	10,3200	,17898	,31000	,096
Cg	3	1,92	31,04	32,96	32,0000	,55426	,96000	,922
Dg	3	,30	4,93	5,23	5,0800	,08660	,15000	,023
N валидных (целиком)	3							

[C,%] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/3_C.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AEL	3	,16	2,52	2,68	2,6000	,04619	,08000	,006
EL	3	,06	,89	,95	,9200	,01732	,03000	,001
BEL	3	,04	,50	,54	,5200	,01155	,02000	,000
BMt_g	3	,02	,42	,44	,4300	,00577	,01000	,000
BCg	3	,02	,38	,40	,3900	,00577	,01000	,000
Cg	3	,02	,40	,42	,4100	,00577	,01000	,000
Dg	3	,02	,29	,31	,3000	,00577	,01000	,000
N валидных (целиком)	3							

[C ост, %] /Users/macbook/Documents/IOIOIOIO/SPSS/3_C_ост.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AEL	3	,02	,39	,41	,4000	,00577	,01000	,000
EL	3	,00	,10	,10	,1000	,00000	,00000	,000
BEL	3	,02	,19	,21	,2000	,00577	,01000	,000
BMt_g	3	,02	,19	,21	,2000	,00577	,01000	,000
BCg	3	,00	,10	,10	,1000	,00000	,00000	,000
Cg	3	,00	,10	,10	,1000	,00000	,00000	,000
Dg	3	,00	,00	,00	,0000	,00000	,00000	,000
N валидных (целиком)	3							

4. Агродерново-элювомом глубокопахотный среднесуглинистый глееватый на озерно-ледниковых (ленточных) глинах

Описательные статистики

[pH водн.] /Users/macbook/Documents/IOIOIOIO/SPSS/4phвод.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
P1	3	,33	5,34	5,67	5,5033	,09528	,16503	,027
P2	3	,30	4,75	5,05	4,9000	,08660	,15000	,023
ELg	3	,28	4,56	4,84	4,7000	,08083	,14000	,020
Cg	3	,36	5,72	6,08	5,9000	,10392	,18000	,032
N валидных (целиком)	3							

[pH_KCl] /Users/macbook/Documents/IOIOIOIO/SPSS/4pH_KCl.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение	Дисперсия
--	---	--------	---------	----------	---------	-----------------	-----------

	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
P1	3	,30	4,95	5,25	5,1000	,08660	,15000	,023
P2	3	,26	4,17	4,43	4,3000	,07506	,13000	,017
ELg	3	,24	3,88	4,12	4,0000	,06928	,12000	,014
Cg	3	,28	4,46	4,74	4,6000	,08083	,14000	,020
N валидных (целиком)	3							

[ОК, м-экв/100 г почвы] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/4OK.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
P1	3	,06	1,07	1,13	1,1000	,01732	,03000	,001
P2	3	,06	,87	,93	,9000	,01732	,03000	,001
ELg	3	,02	,31	,33	,3200	,00577	,01000	,000
Cg	3	,00	,06	,06	,0600	,00000	,00000	,000
N валидных (целиком)	3							

[Нг, мг-экв/100 г почвы] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/4ГК.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
P1	3	,16	2,62	2,78	2,7000	,04619	,08000	,006
P2	3	,18	2,81	2,99	2,9000	,05196	,09000	,008
ELg	3	,15	2,43	2,58	2,5033	,04333	,07506	,006
Cg	3	,06	,87	,93	,9000	,01732	,03000	,001
N валидных (целиком)	3							

[Ca+Mg с ОБ (Обменные основания, м-экв/100 г почвы)] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/4_CaMg_c_OB.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
P1	3	1,20	19,60	20,80	20,2000	,34641	,60000	,360
P2	3	,30	18,10	18,40	18,2500	,08660	,15000	,023
ELg	3	,20	8,90	9,10	9,0000	,05774	,10000	,010
Cg	3	,40	16,30	16,70	16,5000	,11547	,20000	,040
N валидных (целиком)	3							

[Ca с ОБ (Обменные основания, м-экв/100 г почвы)] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/4_Ca_c_OB.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика

P1	3	,60	17,60	18,20	17,9000	,17321	,30000	,090
P2	3	,40	13,30	13,70	13,5000	,11547	,20000	,040
ELg	3	,10	7,20	7,30	7,2500	,02887	,05000	,003
Cg	3	,20	2,90	3,10	3,0000	,05774	,10000	,010
N валидных (целиком)	3							

[Ca+Mg уд ОБ (Обменные основания, м-экв/100 г почвы)] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/4_CaMg_уд_ОБ.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
P1	3	,40	12,80	13,20	13,0000	,11547	,20000	,040
P2	3	,20	12,90	13,10	13,0000	,05774	,10000	,010
ELg	3	,20	9,90	10,10	10,0000	,05774	,10000	,010
Cg	3	,40	17,30	17,70	17,5000	,11547	,20000	,040
N валидных (целиком)	3							

[Ca уд ОБ (Обменные основания, м-экв/100 г почвы)] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/4_Ca_уд_ОБ.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
P1	3	,40	7,80	8,20	8,0000	,11547	,20000	,040
P2	3	,20	8,90	9,10	9,0000	,05774	,10000	,010
ELg	3	,20	5,90	6,10	6,0000	,05774	,10000	,010
Cg	3	,40	7,80	8,20	8,0000	,11547	,20000	,040
N валидных (целиком)	3							

[ЕКО_c_ОБ] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/4_ЕКО_c_ОБ.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
P1	3	1,41	22,81	24,22	23,5167	,40704	,70501	,497
P2	3	1,22	19,79	21,01	20,4000	,35218	,61000	,372
ELg	3	,72	11,54	12,26	11,9000	,20785	,36000	,130
Cg	3	1,06	17,27	18,33	17,8000	,30600	,53000	,281
N валидных (целиком)	3							

[ЕКО_уд_ОБ] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/4_ЕКО_уд_ОБ.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение	Дисперсия
--	---	--------	---------	----------	---------	-----------------	-----------

	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
P1	3	,80	12,90	13,70	13,3000	,23094	,40000	,160
P2	3	,90	14,55	15,45	15,0000	,25981	,45000	,203
ELg	3	,76	12,32	13,08	12,7000	,21939	,38000	,144
Cg	3	1,40	22,60	24,00	23,3000	,40415	,70000	,490
N валидных (целиком)	3							

[ЕКО по МГ до обр.] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/4_ЕКО_по_МГ_до_обр.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
P1	3	1,61	26,01	27,62	26,8167	,46477	,80501	,648
Cg	3	1,38	22,32	23,70	23,0100	,39837	,69000	,476
N валидных (целиком)	3							

[ЕКО по МГ после обр.] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/4_ЕКО_по_МГ_посл_обр.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
P1	3	1,37	22,11	23,48	22,7933	,39549	,68501	,469
Cg	3	1,80	29,10	30,90	30,0000	,51962	,90000	,810
N валидных (целиком)	3							

[C,%] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/4_C.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
P1	3	,34	5,63	5,97	5,8000	,09815	,17000	,029
P2	3	,26	4,17	4,43	4,3000	,07506	,13000	,017
ELg	3	,04	,68	,72	,7000	,01155	,02000	,000
Cg	3	,02	,19	,21	,2000	,00577	,01000	,000
N валидных (целиком)	3							

[C ост,%] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/4_C_ост.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
P1	3	,06	,87	,93	,9000	,01732	,03000	,001
P2	3	,02	,19	,21	,2000	,00577	,01000	,000
ELg	3	,00	,00	,00	,0000	,00000	,00000	,000
Cg	3	,00	,10	,10	,1000	,00000	,00000	,000
N валидных (целиком)	3							

5. Серая метаморфическая типичная среднесиловая тяжелосуглинистая на бурых глинах

Описательные статистики

[pH водн.] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/5phвод.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1	3	,40	6,49	6,89	6,6900	,11547	,20000	,040
AY2	3	,38	6,21	6,59	6,4000	,10970	,19000	,036
AY3	3	,40	6,43	6,83	6,6300	,11547	,20000	,040
Aye4	3	,40	6,54	6,94	6,7400	,11547	,20000	,040
BM	3	,39	6,31	6,70	6,5033	,11260	,19502	,038
Bct	3	,36	5,85	6,21	6,0300	,10392	,18000	,032
N валидных (целиком)	3							

[pH_KCl] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/5phKCl.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1	3	,38	6,01	6,39	6,2000	,10970	,19000	,036
AY2	3	,36	5,82	6,18	6,0000	,10392	,18000	,032
AY3	3	,36	5,82	6,18	6,0000	,10392	,18000	,032
Aye4	3	,36	5,92	6,28	6,1000	,10392	,18000	,032
BM	3	,36	5,72	6,08	5,9000	,10392	,18000	,032
Bct	3	,34	5,43	5,77	5,6000	,09815	,17000	,029
N валидных (целиком)	3							

[Ca+Mg с ОБ (Обменные основания, м-экв/100 г почвы)] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/5_CaMg_c_OB.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1	3	1,16	39,90	41,06	40,4800	,33486	,58000	,336
AY2	3	1,16	33,00	34,16	33,5800	,33486	,58000	,336
AY3	3	,88	32,22	33,10	32,6600	,25403	,44000	,194
Aye4	3	,56	31,00	31,56	31,2800	,16166	,28000	,078
BM	3	,50	28,50	29,00	28,7500	,14434	,25000	,063
Bct	3	,68	29,10	29,78	29,4400	,19630	,34000	,116
N валидных (целиком)	3							

[Ca с ОБ (Обменные основания, м-экв/100 г почвы)] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/5_Ca_c_OB.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1	3	1,24	37,56	38,80	38,1800	,35796	,62000	,384
AY2	3	,56	31,00	31,56	31,2800	,16166	,28000	,078
AY3	3	,84	28,56	29,40	28,9800	,24249	,42000	,176
Aye4	3	1,04	28,00	29,04	28,5200	,30022	,52000	,270
BM	3	,64	24,06	24,70	24,3800	,18475	,32000	,102
Bct	3	,56	24,10	24,66	24,3800	,16166	,28000	,078
N валидных (целиком)	3							

[Ca+Mg уд ОБ (Обменные основания, м-экв/100 г почвы)] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/5_CaMg_уд_ОБ.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1	3	,60	16,70	17,30	17,0000	,17321	,30000	,090
AY2	3	,40	14,80	15,20	15,0000	,11547	,20000	,040
AY3	3	,80	22,60	23,40	23,0000	,23094	,40000	,160
Aye4	3	1,00	24,50	25,50	25,0000	,28868	,50000	,250
BM	3	1,80	30,10	31,90	31,0000	,51962	,90000	,810
Bct	3	1,40	29,30	30,70	30,0000	,40415	,70000	,490
N валидных (целиком)	3							

[Ca уд ОБ (Обменные основания, м-экв/100 г почвы)] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/5_Ca_уд_ОБ.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1	3	,40	12,80	13,20	13,0000	,11547	,20000	,040
AY2	3	,20	8,90	9,10	9,0000	,05774	,10000	,010
AY3	3	,60	15,20	15,80	15,5000	,17321	,30000	,090
Aye4	3	,60	17,70	18,30	18,0000	,17321	,30000	,090
BM	3	1,60	24,20	25,80	25,0000	,46188	,80000	,640
Bct	3	,40	23,80	24,20	24,0000	,11547	,20000	,040
N валидных (целиком)	3							

[ЕКО_c_ОБ] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/5_ЕКО_c_ОБ.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1	3	2,60	42,00	44,60	43,3000	,75056	1,30000	1,690
AY2	3	2,20	35,70	37,90	36,8000	,63509	1,10000	1,210
AY3	3	2,10	33,95	36,05	35,0000	,60622	1,05000	1,103
Aye4	3	2,04	32,98	35,02	34,0000	,58890	1,02000	1,040
BM	3	1,96	31,66	33,62	32,6400	,56580	,98000	,960

Вс	3	1,98	31,99	33,97	32,9800	,57158	,99000	,980
N валидных (целиком)	3							

[ЕКО_уд_ОВ] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/5_ЕКО_уд_ОВ.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1	3	1,26	20,45	21,71	21,0800	,36373	,63000	,397
AY2	3	1,56	25,06	26,62	25,8400	,45033	,78000	,608
AY3	3	1,92	31,00	32,92	31,9600	,55426	,96000	,922
Aye4	3	2,00	32,32	34,32	33,3200	,57735	1,00000	1,000
BM	3	2,40	38,80	41,20	40,0000	,69282	1,20000	1,440
Вс	3	2,52	40,90	43,42	42,1600	,72746	1,26000	1,588
N валидных (целиком)	3							

[ЕКО по МГ до обр.] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/5_ЕКО_по_МГ_до_обр.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1	3	2,47	39,87	42,34	41,1033	,71303	1,23500	1,525
AY2	3	2,16	34,91	37,07	35,9900	,62354	1,08000	1,166
Вс	3	1,98	31,96	33,94	32,9500	,57158	,99000	,980
N валидных (целиком)	3							

[ЕКО по МГ после обр.] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/5_ЕКО_по_МГ_посл_обр.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1	3	1,68	27,16	28,84	28,0000	,48497	,84000	,706
AY2	3	1,80	29,17	30,97	30,0700	,51962	,90000	,810
Вс	3	2,23	35,94	38,17	37,0567	,64375	1,11500	1,243
N валидных (целиком)	3							

[C,%] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/5_C.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1	3	,28	4,66	4,94	4,8000	,08083	,14000	,020
AY2	3	,21	3,40	3,61	3,5033	,06064	,10504	,011
AY3	3	,16	2,52	2,68	2,6000	,04619	,08000	,006
Aye4	3	,10	1,75	1,85	1,8000	,02887	,05000	,003
BM	3	,02	,29	,31	,3000	,00577	,01000	,000
Вс	3	,02	,29	,31	,3000	,00577	,01000	,000

N валидных (целиком)	3						
----------------------	---	--	--	--	--	--	--

[C ост, %] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/5_C_ост.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AY1	3	,06	,87	,93	,9000	,01732	,03000	,001
AY2	3	,04	,78	,82	,8000	,01155	,02000	,000
AY3	3	,02	,49	,51	,5000	,00577	,01000	,000
Aye4	3	,02	,29	,31	,3000	,00577	,01000	,000
BM	3	,02	,19	,21	,2000	,00577	,01000	,000
Bct	3	,00	,10	,10	,1000	,00000	,00000	,000
N валидных (целиком)	3							

6. Чернозём глинисто-илувиальный мощный типичный глинистый на бурых глинах

Описательные статистики

[pH водн.] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/6phвод.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AU1	3	,42	6,79	7,21	7,0000	,12124	,21000	,044
AU2	3	,40	6,60	7,00	6,8000	,11547	,20000	,040
AB_64_80	3	,40	6,60	7,00	6,8000	,11547	,20000	,040
AB_80_103	3	,38	6,20	6,58	6,3900	,10970	,19000	,036
BI	3	,42	6,90	7,32	7,1100	,12124	,21000	,044
C	3	,42	6,93	7,35	7,1400	,12124	,21000	,044
N валидных (целиком)	3							

[pH_KCl] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/6phKCl.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AU1	3	,38	6,01	6,39	6,2000	,10970	,19000	,036
AU2	3	,36	5,92	6,28	6,1000	,10392	,18000	,032
AB_64_80	3	,36	5,82	6,18	6,0000	,10392	,18000	,032
AB_80_103	3	,34	5,43	5,77	5,6000	,09815	,17000	,029
BI	3	,38	6,01	6,39	6,2000	,10970	,19000	,036
C	3	,36	5,82	6,18	6,0000	,10392	,18000	,032
N валидных (целиком)	3							

[Ca+Mg с ОБ (Обменные основания, м-экв/100 г почвы)] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/6_CaMg_c_OB.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение	Дисперсия
--	---	--------	---------	----------	---------	-----------------	-----------

	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AU1	3	1,40	36,30	37,70	37,0000	,40415	,70000	,490
AU2	3	1,20	35,00	36,20	35,6000	,34641	,60000	,360
AB_64_80	3	,40	32,00	32,40	32,2000	,11547	,20000	,040
AB_80_103	3	,40	30,60	31,00	30,8000	,11547	,20000	,040
BI	3	2,40	27,60	30,00	28,8000	,69282	1,20000	1,440
C	3	1,00	27,50	28,50	28,0000	,28868	,50000	,250
N валидных (целиком)	3							

[Ca с ОВ (Обменные основания, м-экв/100 г почвы)] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/6_Ca_c_OB.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AU1	3	,40	31,50	31,90	31,7000	,11547	,20000	,040
AU2	3	,80	31,60	32,40	32,0000	,23094	,40000	,160
AB_64_80	3	,60	23,80	24,40	24,1000	,17321	,30000	,090
AB_80_103	3	,60	20,00	20,60	20,3000	,17321	,30000	,090
BI	3	,40	21,70	22,10	21,9000	,11547	,20000	,040
C	3	,20	20,50	20,70	20,6000	,05774	,10000	,010
N валидных (целиком)	3							

[Ca+Mg уд ОВ (Обменные основания, м-экв/100 г почвы)] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/6_CaMg_уд_OB.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AU1	3	,40	15,30	15,70	15,5000	,11547	,20000	,040
AU2	3	,80	17,20	18,00	17,6000	,23094	,40000	,160
AB_64_80	3	1,40	24,30	25,70	25,0000	,40415	,70000	,490
AB_80_103	3	,80	22,60	23,40	23,0000	,23094	,40000	,160
BI	3	,40	23,80	24,20	24,0000	,11547	,20000	,040
C	3	1,00	27,50	28,50	28,0000	,28868	,50000	,250
N валидных (целиком)	3							

[Ca уд ОВ (Обменные основания, м-экв/100 г почвы)] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/6_Ca_уд_OB.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AU1	3	,20	10,00	10,20	10,1000	,05774	,10000	,010
AU2	3	,20	9,60	9,80	9,7000	,05774	,10000	,010
AB_64_80	3	,60	14,70	15,30	15,0000	,17321	,30000	,090
AB_80_103	3	,60	15,70	16,30	16,0000	,17321	,30000	,090
BI	3	,80	18,60	19,40	19,0000	,23094	,40000	,160

С	3	,60	22,70	23,30	23,0000	,17321	,30000	,090
N валидных (целиком)	3							

[ЕКО_c_OB] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/6_ЕКО_c_OB.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AU1	3	2,34	37,83	40,17	39,0000	,67550	1,17000	1,369
AU2	3	2,22	35,89	38,11	37,0000	,64086	1,11000	1,232
AB_64_80	3	2,02	32,59	34,61	33,6000	,58312	1,01000	1,020
AB_80_103	3	1,92	31,04	32,96	32,0000	,55426	,96000	,922
BI	3	1,82	29,35	31,17	30,2600	,52539	,91000	,828
С	3	1,86	30,01	31,87	30,9400	,53694	,93000	,865
N валидных (целиком)	3							

[ЕКО_уд_OB] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/6_ЕКО_уд_OB.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AU1	3	1,48	24,08	25,56	24,8200	,42724	,74000	,548
AU2	3	1,56	25,06	26,62	25,8400	,45033	,78000	,608
AB_64_80	3	1,92	31,04	32,96	32,0000	,55426	,96000	,922
AB_80_103	3	1,80	29,10	30,90	30,0000	,51962	,90000	,810
BI	3	1,86	30,07	31,93	31,0000	,53694	,93000	,865
С	3	2,12	34,30	36,42	35,3600	,61199	1,06000	1,124
N валидных (целиком)	3							

[ЕКО по МГ до обр.] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/6_ЕКО_по_МГ_до_обр.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AU1	3	2,28	36,86	39,14	38,0000	,65818	1,14000	1,300
AU2	3	2,16	34,92	37,08	36,0000	,62354	1,08000	1,166
С	3	1,80	29,10	30,90	30,0000	,51962	,90000	,810
N валидных (целиком)	3							

[ЕКО по МГ после обр.] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/6_ЕКО_по_МГ_посл_обр.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AU1	3	1,93	31,11	33,04	32,0767	,55715	,96500	,931
AU2	3	1,89	30,69	32,58	31,6333	,54560	,94500	,893
С	3	2,18	35,26	37,44	36,3500	,62931	1,09000	1,188

N валидных (целиком)	3						
----------------------	---	--	--	--	--	--	--

[C,%] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/6_C.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AU1	3	,22	3,49	3,71	3,6000	,06351	,11000	,012
AU2	3	,15	2,43	2,58	2,5033	,04333	,07506	,006
AB_64_80	3	,10	1,55	1,65	1,6000	,02887	,05000	,003
AB_80_103	3	,08	1,28	1,36	1,3200	,02309	,04000	,002
BI	3	,03	,49	,52	,5033	,00882	,01528	,000
C	3	,01	,10	,11	,1033	,00333	,00577	,000
N валидных (целиком)	3							

[C отр,%] /Users/macbook/Documents/ЮЮЮЮЮ/SPSS/6_C_отр.sav

	N	Размах	Минимум	Максимум	Среднее		Стд. отклонение	Дисперсия
	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Статистика	Стд. ошибка	Статистика	Статистика
AU1	3	,06	1,07	1,13	1,1000	,01732	,03000	,001
AU2	3	,04	,78	,82	,8000	,01155	,02000	,000
AB_64_80	3	,02	,49	,51	,5000	,00577	,01000	,000
AB_80_103	3	,02	,39	,41	,4000	,00577	,01000	,000
BI	3	,02	,29	,31	,3000	,00577	,01000	,000
C	3	,00	,00	,00	,0000	,00000	,00000	,000
N валидных (целиком)	3							